Naturgeschichte

des

Pflanzenreichs.

Von

Dr. Moritz Seubert,
Professor an der polytechnischen Schule in Carlsruhe.

Erster Theil:
Allgemeine Botanik.

Mit 302 Holzschnitten.

Stuttgart.
J. B. Müller's Verlagshandlung.
1853.

Druck von Blum und Vogel in Stuttgart.

Naturgeschichte des Pflanzenreichs.

Im ersten Bande dieses Werkes war das Stein- oder Mineral-Reich, welches die Gesammtheit der unbelebten oder unorganischen Naturkörper umfaßt, Gegenstand der Betrachtung. Mit gegenwärtigem Zweiten treten wir in das Gebiet der belebten oder organischen Natur, welcher der Mensch selbst, wenigstens seinem körperlichen Wesen nach, mit angehört und die schon darum der denkenden Betrachtung in hohem Grade würdig erscheint. Spricht sich doch schon in unbewußten Gefühlseindrücken diese nähere Verwandtschaft des Menschen zum Organischen deutlich genug aus. Unfruchtbare, vegetationslose Felsengegenden oder Sandstrecken, wie der öde Strand des Meeres, ergreifen uns vielleicht mächtiger durch die Großartigkeit des Eindrucks; aber wir fühlen uns fremd und einsam den gewaltigen Kräften der todten Natur gegenüber. Wie anders wirkt dagegen auf uns der Anblick einer Landschaft, deren Höhen mit dunkelnden Wäldern, die Ebenen mit dem grünen Teppich der Wiesen bekleidet sind, das Ganze belebt von summenden Insecten und munteren Vögeln. Wir fühlen uns gleichsam heimisch, von der uns überall umgebenden Fülle des Lebens wohlthuend angesprochen.

Betrachten wir die materielle Existenz des Menschengeschlechts und die äußeren Bedingungen, an welche sie geknüpft ist, so tritt auch hier die organische Natur und zunächst ebenfalls das Pflanzenreich als Vermittlerin zwischen dem Menschen und dem Gebiete der leblosen Natur-Körper und -Kräfte auf. Die Pflanze schöpft ihre Nahrung aus der Atmosphäre, aus dem Wasser und den Mineralien, welche den Boden bilden; sie lebt also ausschließlich von unorganischen Stoffen. Diese verarbeitet sie zu Bestandtheilen

ihres Körpers und bringt sie dadurch in eine Form, in welcher sie wieder den Thieren und mittelbar oder unmittelbar dem Menschen zur Nahrung dienen können. Das Thier kann keine Stoffe aus der unorganischen Natur als Nahrung verwenden. Das Thierreich ernährt sich nur aus der Pflanzenwelt, der Mensch aber ist mit den wesentlichsten Bedürfnissen seiner materiellen Existenz, nämlich Nahrung und Kleidung, theils mittelbar theils unmittelbar, auf Thier- und Pflanzenreich angewiesen. So sind auch in diesem Sinne die beiden organischen Reiche Mittelstufen zwischen der leblosen Natur und der höchsten Lebensform, die in der irdischen Schöpfung auftritt: dem Menschen.

Das Daseyn und Verhalten der unorganischen Naturkörper ist ausschließlich durch die allgemeinen physikalisch-chemischen Naturgesetze bestimmt. Diese Gesetze haben allerdings auch im Gebiet der organischen Natur Geltung, denn sie walten bestimmend durch die ganze sichtbare Welt. Aber in den organischen Wesen treten sie unter die Herrschaft eines höhern Prinzips: des Lebens. Dieses bestimmt und modificirt die allgemeinen Gesetze der Körperwelt in eigenthümlicher Weise je nach der besondern Natur des lebenden Organismus, durch welchen sie in die Erscheinung treten und als dessen Eigenschaften und Lebensäußerungen sie sich darstellen. Das charakteristische Kennzeichen des Lebens ist, daß es den Grund und die Quelle seiner Thätigkeit in sich selbst trägt: Leben ist Bewegung aus innerem Grund. Und ebenso wie der Grund, so ist auch der Zweck des Lebens ein innerer; denn das wesentliche Resultat des Zusammenwirkens der Lebensfunktionen ist eben wieder die Erhaltung des Organismus selbst und seiner Thätigkeiten. So tritt also das lebende Wesen, als in sich abgeschlossen und aus seinem Innern thätig, der nur von den allgemeinen Gesetzen der Materie regierten unorganischen Welt gegenüber, es wird durch den in ihm glimmenden Lebensfunken zur Stufe eines selbstständigen und selbstthätigen Einzelwesens erhoben, es befreit sich vom allgemeinen Naturleben zur individuellen Selbstständigkeit.

Die organische Welt wird also durch das ihr innewohnende Lebensprinzip von der unorganischen bestimmt abgegrenzt und ge-

wissermaßen über sie erhoben. Sie gliedert sich selbst wieder in zwei Lebensstufen: eine niedere vegetative oder pflanzliche, und eine höhere animale oder thierische. Bei der Pflanze beschränken sich die Lebensfunctionen auf Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung. Beim Thier aber kommen zu diesen, hier ebenfalls vorhandenen, vegetativen Verrichtungen die Empfindung und willkürliche Bewegung als specifisch thierische hinzu. Den innern geistigen Mittelpunkt, welcher einerseits die empfindende Wahrnehmung der Außenwelt mit Bewußtseyn in sich aufnimmt, und von der anderseits die selbstthätige Wirksamkeit des Individuums ausstrahlt, nennen wir die thierische Seele. So sind demnach die Pflanzen belebte aber unbeseelte, die Thiere belebte und beseelte Wesen.

Der Mensch endlich ist belebt, beseelt und mit Vernunft begabt. Er schließt sich nach seiner Körperlichkeit dem Thierreich und zwar seinen vollkommensten Formen an; er ist als höchstentwickeltes Säugethier der Gipfelpunkt und, in der harmonischen Ausbildung seiner Organisation nach allen Seiten hin, gleichsam der Inbegriff und das Spiegelbild des gesammten Thierreichs. Durch seinen mit Vernunft begabten Geist erhebt er sich aber weit über die ganze irdische Schöpfung. Diese höhere Würde des Menschen als eines geistigen Wesens ist sein eigentlicher unterscheidender Charakter; sie durchdringt und veredelt alle seine Körper- und Seelenfunctionen. Er ist mit Selbstbewußtseyn und freier Selbstbestimmung begabt. Sein denkender Verstand umfaßt die ganze sichtbare Welt in ihrem Zusammenhange; er erhebt sich, indem er von den Erscheinungen der materiellen Welt zu ihren Gesetzen, Ursachen und Zwecken aufsteigt, in die Region der Idee, welche die eigentliche Heimath des unsterblichen Geistes ist. So steht der Mensch einerseits als der Gipfel und in gewissem Sinne als der Herr der irdischen Schöpfung über ihr, andrerseits erscheint er durch die stufenweisen Uebergänge des Mineralreichs, Pflanzen- und Thierreichs auf's Innigste an sie geknüpft, worauf eben sein Charakter als eines vernünftig-sinnlichen Wesens beruht.

Wir haben im Ganzen und Großen eine stufenweise Ent-

wickelung des Naturlebens angenommen und nachzuweisen versucht. Daraus folgt aber nicht eine wirkliche graduelle Verschiedenheit der Naturwesen untereinander. Wenn man, namentlich in früherer Zeit, eine „Kette der Wesen“ annahm, wo immer das zunächst vollkommenere sich an das unvollkommenere anschließen, die unter Andern auch von der „höchsten“ Pflanze zum „niedersten“ Thier allmählig überführen sollte, so daß keine bestimmte Grenze zwischen Pflanzen- und Thierreich festzuhalten wäre, — so ist diese Ansicht entschieden unrichtig. Jedes Naturwesen ist an sich vollkommen, sofern es der erschöpfende Ausdruck der ihm zu Grunde liegenden Idee ist. So ist die Pflanze zwar durch den Mangel der animalen Function vom Thier verschieden, aber sie ist als der vollständige Ausdruck eines auf die vegetativen Lebensthätigkeiten beschränkten Organismus nicht minder vollkommen als das Thier. Ebenso sind innerhalb der beiden organischen Reiche die einzelnen Formen der Thiere und Pflanzen nur vergleichungsweise niederer oder höher, vollkommener oder unvollkommener organisirt, je nachdem ihr Wesen eine mehr oder minder complicirte Ausdrucksweise der Idee der Pflanzen- oder Thiernatur ist. Jedes organische Wesen ist aber an sich vollkommen, sofern es nothwendig und erschöpfend allen Anforderungen genügt, welche durch die Besonderheit seiner Lebenssphäre bedingt sind. In diesem Sinne ist der sinnige Spruch Schiller's aufzufassen, mit dem wir passend den Uebergang zur näheren Betrachtung der Pflanzenwelt machen mögen:

„Suchst du das Höchste, das Größte? die Pflanze kann es dich lehren:
Was sie willenlos ist, sey du es wollend — das ist's!“

Ueberſicht des Inhalts.

3. Abschnitt. Pflanzenphysiologie.

Einleitung.

Die Naturkörper, welche in ihrer Gesammtheit die uns umgebende sichtbare Welt bilden, zerfallen in drei Hauptgruppen oder Reiche, nämlich: das Stein-, das Pflanzen- und das Thierreich. Von diesen bildet das erste gleichsam die feste Grundlage und das Mauerwerk, das zweite die Bekleidung und Einrichtung unseres Erdgebäudes, während das Thierreich dessen Einwohnerschaft ausmacht.

Bei näherer Betrachtung dieser drei, seit den ältesten Zeiten angenommenen Abtheilungen, erkennen wir leicht den wesentlichen Unterschied des Stein- oder Mineralreichs von den beiden anderen darin, daß dasselbe nur todte oder unbelebte Wesen enthält, welche so lange unverändert in ihrem Zustande verharren, als nicht äußere Einflüsse nach chemischen und physikalischen Gesetzen umgestaltend oder zerstörend auf sie einwirken; Pflanzen- und Thierreich dagegen bestehen aus belebten Wesen, d. h. solchen, die aus einer innern, in ihnen selbst liegenden Ursache und Quelle in beständiger Thätigkeit und Umänderung begriffen sind. Bei den Thieren erkennen wir diese Lebensthätigkeit leicht an der sichtbaren Bewegung, in der beständig irgend welche Theile ihres Körpers begriffen sind, und deren gänzliches Aufhören ein Zeichen des Erlöschens der Lebenskraft oder des Todes ist. Daß aber auch die Pflanzen, obgleich ohne äußerlich sichtbare Bewegung, lebende Wesen sind, zeigt die Reihe von Veränderungen, die sie vom Keimen an durch die allmählige Entwickelung von Stengel, Blättern und Blüthen bis zur Hervorbringung der Früchte und Saamen durchlaufen. Sie zeigen darin, wie die Thiere, einen Lebensprozeß, d. h. eine aus innerem Grunde fließende regelmäßige Folge wechselnder Zustände, die von einem Anfang an durch bestimmte Mittelstufen zu einem Endpunkt und Abschluß — im Tode — gelangen. Dagegen ist das Daseyn der unbelebten Naturkörper an keinen bestimmten Zeitverlauf gebunden, und hängt lediglich von den Zufälligkeiten äußerer Einwirkungen ab, daher z. B. Gesteinsmassen, vor solchen geschützt, Jahrtausende unverändert zu überdauern vermögen.

Der stete Wechsel der Zustände, welcher die lebenden Wesen charakterisirt, wird nur dadurch möglich, daß ihr Körper aus ungleichartigen Theilen zusammengesetzt ist, deren Form und Eigenschaften sie

zu bestimmten besonderen Thätigkeiten und Verrichtungen geschickt machen. Man nennt diese einzelnen, bestimmte Verrichtungen versehenden Theile Organe (d. h. Werkzeuge); solche sind z. B. der Magen, das Herz, oder bei Pflanzen die Wurzel, die Blätter, die Staubfäden. Sie sind aber oft selbst wiederum aus anderen untergeordneten Organen zusammengesetzt, so daß man den lebenden Körper mit einer künstlichen Maschine vergleichen kann, die ja auch aus einer Menge einzelner Theile besteht, deren Verrichtungen zu einem gemeinsamen Zweck ineinandergreifen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden liegt aber darin, daß die Maschine durch äußere Kräfte in Bewegung gesetzt wird, der lebende Körper aber den Grund und die Quelle, sowie den Zweck seiner Thätigkeit in sich selbst trägt. Jeder lebende Körper ist demnach ein Ganzes, dessen Theile, die Organe, sich gegenseitig bedingen und zu gemeinsamem Zweck ineinandergreifen, und heißt daher auch ein „Organismus." Darum nennen wir die Pflanzen und Thiere: organische Körper, die Stein- und Felsarten dagegen: unorganische oder anorganische.

Es unterscheiden sich aber diese beiden großen Abtheilungen noch ferner in Folgendem: Die Mineralien sind entweder ohne bestimmte äußere Form oder sie sind als Krystalle ausgebildet, d. h. als mathematische, von ebenen Flächen begrenzte Figuren. Weit mannichfaltiger ist die Körperform in den organischen Reichen, da sie hier von gekrümmten Flächen jeder Art umgeben, dabei selbstständig in sich abgeschlossen, und nach den einzelnen Organen innerlich oder äußerlich gegliedert ist. Endlich ergibt auch noch die chemische Zusammensetzung eine Verschiedenheit. Im Steinreich kommen nämlich alle bekannten Elemente vor und zwar in den verschiedenartigsten, jedoch stets gezweiten (binären) Verbindungen. Die Stoffe dagegen, aus denen die organischen Körper bestehen, sind weniger zahlreich, und meist sind es gedreite und gevierte (ternäre und quaternäre) Verbindungen des Sauer-, Wasser-, Kohlen- und Stickstoffs, die nach dem Charakter der Lebenskraft, unter deren Einwirkung sie sich bilden, sehr leicht Veränderungen und Umgestaltungen erleiden.

Das Gebiet der organischen Körper zerfällt wieder in Pflanzen- und Thierreich. In den ausgebildeten Formen ihrer Bürger sind beide ohne Schwierigkeit zu erkennen und von einander zu unterscheiden; ein Blick reicht hin, um die festgewurzelte, aus Stengel- und Blattgebilden aufgebaute Pflanze von dem freibeweglichen Thiere, dessen Körper sich meist in Kopf, Rumpf und Gliedmaßen abtheilt, zu unterscheiden. Wenn wir aber die niedern Bildungen betrachten, z. B. einen fest-

sitzenden, pflanzenartig verzweigten Korallenstock oder eine der mikroskopisch kleinen, freischwimmenden, einem Infusionsthierchen täuschend ähnlichen Algen, so scheint die Grenze zwischen Pflanzen- und Thierreich zu verschwinden, und beide gleichsam ineinander zu fließen. Darum dürfen wir aber noch nicht annehmen, daß wirklich ein Uebergang aus dem einen ins andere stattfinde. Die Schwierigkeit liegt hier nur in der Kleinheit und Einfachheit dieser Organismen, wodurch die Ermittelung des Kennzeichens erschwert wird, welches auf's Bestimmteste beide Reiche von einander trennt, und über die thierische oder pflanzliche Natur eines Organismus sicher entscheidet. Dieses ist folgendes: das Thier besitzt die Fähigkeit der Empfindung und willkürlichen Bewegung, die Pflanze entbehrt beides. Was wir bei letzterer von Bewegungen wahrnehmen, das geschieht nur als Folge des Wachsthums, z. B. das rasche Oeffnen mancher Blüthen, oder es ist unmittelbar durch äußere Einwirkungen hervorgerufen. Die Bewegung des Thieres aber ist willkürlich, d. h. sie trägt den Charakter der freien Selbstbestimmung an sich, die mit Bewußtseyn geschieht. Darum erklären wir die Infusorien, deren Lebensäußerungen eine solche Willkürlichkeit zeigen, die Korallen, die mit ihren Fangarmen ihre Nahrung ergreifen, für Thiere. Allerdings aber berühren sich die beiden organischen Reiche in diesen niedern Formen sehr nahe und entspringen so gleichsam aus gemeinsamer Wurzel, von der aus sie sich dann in verschiedener Richtung verzweigen.

Die Pflanze ist demnach ein organischer Körper, dem die höheren, oder animalen Lebensverrichtungen, nämlich Empfindung und willkürliche Bewegung mangeln. Ihr Lebensprozeß ist beschränkt auf die niederen Functionen: Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung, die daher auch die vegetativen heißen. Letztere aber kommen auch dem Thiere zu, jedoch in Formen, die seiner mehr in sich abgeschlossenen Natur, wonach es deutlicher als selbstständiges Einzelwesen auftritt, entsprechen. So nimmt es z. B. seine Nahrung durch eine Mundöffnung auf und verdaut sie in Magen und Darm; die Pflanze saugt die ihrige durch zahlreiche Wurzelenden, sowie durch die ganze Oberfläche ein, und vertheilt sie ohne besonderes Verdauungs- und Gefäßsystem durch die Masse ihres Körpers. In der ganzen Körperbildung aber macht sich der Unterschied bemerklich, daß die Organe des Thieres vorherrschend nach Innen entwickelt sind, daher die Erforschung des thierischen Baues Zerlegung (Anatomie) heißt; bei den Pflanzen hingegen wachsen die einzelnen Organe stufenweise auseinander hervor, so daß ihr Bau sich gleichsam allmählig auseinanderlegt, und äußerlich entfaltet. Auch

ist dieser Entwickelung neuer Theile, z. B. der Zweige, Blätter und Blüthen bei den Pflanzen meist keine bestimmte Gränze gesetzt, indeß bei Thieren die Organe in bestimmter Zahl schon von der Geburt an, wenigstens in der Anlage, vorhanden sind. Endlich unterscheiden sich in ihrer chemischen Zusammensetzung beide Reiche darin, daß von den obengenannten vier hauptsächlichsten organischen Grundstoffen in den vegetabilischen Gebilden der Kohlenstoff, in den animalischen der Stickstoff vorwiegt.

Wir rechnen also nach dem bisher Gesagten zum Pflanzenreich alle organischen Körper ohne Empfindung und willkürliche Bewegung. Der Gegenstand des vorliegenden Werkes aber ist eben:

die Pflanzenkunde oder Botanik,

d. h. die Wissenschaft vom Pflanzenreich, welche die Gesammtheit unserer, die Pflanzen (Vegetabilien) betreffenden Kenntnisse unter gemeinsame Gesichtspuncte geordnet, und die hieraus abzuleitenden Gesetze umfaßt.

Die Wissenschaft in ihrer Gesammtheit und ohne Rücksicht auf praktische Anwendung heißt auch reine Botanik — im Gegensatz zur angewandten, welche das für specielle Zwecke Wichtige aushebt, jedoch natürlich nie ohne die sichere Grundlage der ersteren mit Erfolg betrieben werden kann. Von den einzelnen Fächern der angewandten Pflanzenkunde führen wir als die hauptsächlichsten folgende an:

Die medicinisch-pharmaceutische, oder die Kunde der als Arznei- oder Giftpflanzen für die Heilkunde wichtigen Gewächse;

die ökonomisch-technische Botanik, welche sich mit den als Nahrungs- oder Futterpflanzen in der Landwirthschaft bedeutenden und mit den in Künsten und Gewerben angewandten Vegetabilien beschäftigt;

die Gartenbotanik, die besonders von den Zierpflanzen und ihrer Cultur handelt;

endlich die Forstbotanik, deren Gegenstand die Holzgewächse bilden.

Die reine Botanik zerfällt in folgende Abtheilungen:

I. **Allgemeine Botanik**, welche vom Bau und den Eigenschaften der Pflanzen überhaupt handelt, und die Gesetze aufstellt, welche sich hiefür aus dem Ueberblick des gesammten Pflanzenreichs ergeben. Sie wird den Gegenstand dieses ersten Bandes bilden, und zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Abschnitt: Morphologie oder Formlehre der Pflanze. Sie betrachtet die Pflanzenorgane und deren Form und Gestaltung, und heißt daher auch Organologie.

2. Abschnitt: Pflanzenanatomie oder die Lehre von den einfachsten, den Elementarorganen der Gewächse und deren Anordnung.

3. Abschnitt: Pflanzenphysiologie oder die Lehre von den Lebensverrichtungen der Vegetabilien.

Der zweite Band wird enthalten:

II. **Die specielle Botanik**, welche die auf der Erde vorkommenden Pflanzenformen in ihrer Verschiedenheit und Eigenthümlichkeit betrachtet. Sie umfaßt folgende Unterabtheilungen:

1. Abschnitt: Phytographie. Sie handelt von den Regeln der Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Pflanzenarten und der hiebei gebräuchlichen Kunstsprache.

2. Abschnitt: Systematik, die Lehre von der wissenschaftlichen Anordnung der bekannten Pflanzenformen.

3. Abschnitt: das System, d. h. eine Aufzählung der wichtigeren Pflanzen nach der „natürlichen Methode" der Anordnung, mit besonderer Hervorhebung der durch ihre Anwendung bemerkenswerthen. Hier wird auch aus dem Gebiete der angewandten Botanik das, was von allgemeinerem Interesse scheint, beigebracht werden.

4. Abschnitt: Pflanzengeographie. Sie betrachtet die Vertheilung des Pflanzenreichs über die Erde, und zeigt, welche allgemeinere Gesetze und Folgerungen sich aus diesen Verhältnissen ableiten lassen.

Die Geschichte der Botanik endlich weist die Entstehung und allmählige Ausbildung unserer wissenschaftlichen Kenntnisse vom Pflanzenreich nach. Wir werden dieselbe hier an die Einleitung anknüpfen, indem wir im Folgenden eine kurze historische Uebersicht der Entwickelung der Botanik geben. Hiebei ist besonders auf das successive Auftreten der einzelnen Disciplinen zu achten, woraus sich ergibt, daß der Gang der Wissenschaft bei ihrem Entstehen der umgekehrte war, den wir beim Vortrag einhalten müssen, daß nämlich die Fächer der allgemeinen Botanik weit später entstanden, als die der speciellen, wie überhaupt die Theorie erst nach und nach aus der Praxis, woraus wir uns den Fingerzeig entnehmen mögen, auch beim Studium des allgemeinen Theils die Anwendung und Bestätigung an den einzelnen Pflanzen nie aus den Augen zu lassen.

Man sollte denken, die liebliche und dem Menschen für Nahrung und Kleidung, sowie zu Heilzwecken so unentbehrliche Pflanzenwelt müsse schon früher den forschenden Geist angezogen haben. Man begnügte sich aber lange mit den gewöhnlichsten Erfahrungskenntnissen über die Pflanzen, wie sie die praktische Beschäftigung mit denselben

ergibt, und der erste Versuch einer wissenschaftlichen Botanik fällt in verhältnißmäßig späte Zeit. Das Alterthum hat in dieser wie in den übrigen Naturwissenschaften, mit Ausnahme der Astronomie, nur geringe Leistungen aufzuweisen, da sich der Forschungsgeist jener Periode fast ganz dem philosophischen Gebiet zuwandte. Der geistreichste Naturbeobachter unter den Alten ist Aristoteles, der berühmte Lehrer Alexanders des Großen; doch sind seine botanischen Schriften verloren gegangen. Von seinem Schüle Theophrast (um's Jahr 300 vor Christi Geb.) aber sind dergleichen auf uns gekommen, daher er gewöhnlich der Vater der Pflanzenkunde heißt. Doch geben uns diese Werke sowohl als die betreffenden Abschnitte der „Naturgeschichte" des Römers Plinius († 79 nach Chr. Geb.), welche aus den Werken der Alten zusammengetragen ist, eben keinen hohen Begriff von dem damaligen Stande unserer Wissenschaft. Der bekannteste Botaniker des Alterthums ist aber Dioscorides, ein Grieche aus Kleinasien, der zu Nero's Zeiten in Rom lebte; er beschrieb in seiner „Materia medica" eine beträchtliche Anzahl Arzneipflanzen, freilich nur sehr kurz und ungenügend. Dennoch ist dieses Werk das bedeutendste, was in diesem Fach während des langen Zeitraums der ersten 15 Jahrhunderte unserer Zeitrechnung erschien, daher es während des ganzen Mittelalters und bis zur Zeit der Reformation die fast ausschließliche Autorität, und seine Erklärung die Hauptbeschäftigung der Botaniker blieb.

Das Verdienst, die Wissenschaft von diesen Fesseln der Schule befreit, und sie wieder auf die wahre Quelle der Pflanzenkenntniß: das Studium der Natur, hingeleitet zu haben, gebührt einem Deutschen: Otto Brunfels, dessen „contrafayt Kräuterbuch" im Jahr 1530 zu Straßburg erschien, und genaue Beschreibungen vaterländischer Pflanzen nebst guten Abbildungen derselben in Holzschnitt enthält. Ihm folgten in ähnlicher Weise die Deutschen: Leonh. Fuchs (1535 — das Gedächtniß seines Namens ist in der als Zierpflanze so beliebten Fuchsia erhalten), Hieron. Bock oder Tragus (1539) und Theodor von Bergzabern (Tabernaemontanus); der berühmte Schweizer Conr. Geßner († 1565); die Niederländer Lobelius und Dodonaeus; mehrere Italiener, endlich C. Clusius aus Antwerpen, der auf wiederholten Reisen fast ganz Europa botanisch durchforschte, und das Beobachtete und Gesammelte classisch beschrieb. Gegen den Ausgang des 16. Jahrhunderts fällt auch die erste Anlage von botanischen Gärten, die ein so vortreffliches Beförderungsmittel der Pflanzenkenntniß sind. Nachdem Italien hierin vorangegangen, folgte bald Deutschland nach, wo sie übrigens anfangs von Privatleuten angelegt wurden, wie z. B. der des Camerarius

zu Nürnberg, dessen Beschreibung 1588 erschien. Der auch jetzt noch durch seine Reichhaltigkeit berühmte Garten zu Montpellier stammt ebenfalls aus dieser Zeit.

Beim Beginn des 17. Jahrhunderts war es schon ein gewaltiges Unternehmen, alle damals bekannten Pflanzen zusammenzustellen, wie das Casp. Bauhin († 1624 als Professor zu Basel) unternahm. Bei dem stets wachsenden Material machte sich nun auch das Bedürfniß einer systematischen Anordnung geltend, wozu der erste, freilich unvollkommene Versuch von dem Italiener Cesalpino herrührt. Andere Systeme wurden aufgestellt und zum Theil in größern beschreibenden Werken ausgeführt, von den Engländern R. Morison (1672) und J. Ray (1682) und den Deutschen P. Herrmann und Rivinus, Professor in Leipzig. In diese Epoche fällt auch die Begründung einer der wichtigsten Disciplinen der allgemeinen Botanik, nämlich der Pflanzenanatomie. Nachdem das im ersten Viertel dieses Jahrhunderts erfundene Mikroskop die ersten Vervollkommnungen erhalten, wurde dasselbe fast gleichzeitig von Marc. Malpighi, Professor in Bologna (1675) und von Nehem. Grew in England (1682) zur Erforschung des innern Pflanzenbaus angewandt. Diese anatomischen Untersuchungen regten aber zugleich auch manche physiologischen Fragen an; doch wurden beide Richtungen zunächst nicht weiter verfolgt, da die Thätigkeit sich bis zum Schluß des 18. Jahrhunderts fast ausschließlich der beschreibenden und systematischen Botanik zuwandte. Wir haben in diesem langen Zwischenraum nur einen Pflanzenphysiologen zu nennen, nämlich Steph. Hales (1727), welcher sehr interessante Versuche über das Aufsteigen des Safts anstellte.

Den Anfang des 18. Jahrhunderts bezeichnet als den Beginn einer neuen Epoche: P. Tournefort, aus Aix in der Provence († 1708), dessen System fast allgemeine Anerkennung zu Theil wurde; außerdem verdanken wir ihm wesentliche Verbesserung der Pflanzencharakteristik, sowie viele neue Entdeckungen, die er auf ausgedehnten Reisen im Orient gemacht. Ueberhaupt aber nahm die Wissenschaft in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts einen neuen Aufschwung durch die große Menge interessanter Pflanzen, welche durch Reisen in ferne Länder besonders aus den Tropengegenden der alten und neuen Welt bekannt wurden; so die asiatische Flora durch Rheede, den berühmten Reisenden E. Kämpfer und Rumph (geb. zu Hanau 1637 — sein botanisches Hauptwerk kam aber erst 1740 heraus); die amerikanische durch Sloane, Plumier und Andere. Auch die botanischen Gärten bereicherten sich außerordentlich durch ausländische Gewächse und es erschienen große Prachtwerke, worunter namentlich die von Dillenius

zu nennen sind, mit Abbildungen seltener in Gärten cultivirter Gewächse. Für die bildliche Darstellung tritt in dieser Periode allgemein der Kupferstich an die Stelle des roheren Holzschnitts. Da auch die vaterländischen Pflanzen nicht vernachlässigt, sondern fleißig erforscht und beschrieben wurden, so begreift sich leicht, daß das Material sich in's Unabsehbare häufen mußte, um so mehr, als es an einem genügenden allgemein geltenden System und selbst an bestimmten Regeln der Benennung und Beschreibung fehlte.

Da trat in Schweden Karl Linné auf (geb. 1707, † 1778 als Professor zu Upsala); seinem Genie und unermüdlichen Fleiß gelang es, in die gewaltige Masse des naturgeschichtlichen Materials Ordnung zu bringen, und der drohenden Verwirrung vorzubeugen, indem er bestimmte Regeln der Benennung und Charakterisirung aufstellte, und ein System schuf, das sich bald durch seine Klarheit und Präcision allgemeine Anerkennung verschaffte. Er gründete dasselbe auf die Befruchtungsorgane, deren Bau und Verrichtungen er zuerst richtig würdigen lehrte. Zugleich gab er seinen Grundsätzen eine großartige Anwendung und Ausführung in zahlreichen Schriften, wozu ihm reichlicher neuer Stoff durch seine Schüler zufloß, deren mehrere große botanische Reisen unternahmen, wie z. B. P. Thunberg, der später, nachdem K. Linné, der Sohn, ebenfalls ein tüchtiger Botaniker, früh gestorben war, Beider Amtsnachfolger wurde. Bald galten überall die Linnéischen Grundsätze und sein System, und alle systematischen Werke, die bis zu Ende des Jahrhunderts erschienen, ja viele bis auf unsere Zeit sind nach denselben abgefaßt. Das System freilich wird als „künstlich", d. h. auf einem, willkürlich gewählten Eintheilungsprinzip beruhend, der „natürlichen Anordnung" nach der Gesammtheit der Kennzeichen weichen; das unsterbliche Verdienst Linné's aber bleibt die Einführung einer geregelten Namengebung (Nomenclatur) und einer streng wissenschaftlichen Charakteristik. Der Raum verbietet uns, die zahlreichen Schriftsteller namhaft zu machen, die in dieser Linnéischen Periode die vegetabilischen Schätze aller Länder durchforscht und beschrieben haben; daher begnügen wir uns als deutsche „Floristen" dieser Zeit: Ehrhart, Hoffmann und Schreber, als Verfasser allgemeiner, namentlich systematischer Werke: Willdenow in Berlin, Jacquin, Vater und Sohn in Wien und endlich Kurt Sprengel in Halle zu nennen, der noch im Jahr 1825 eine nach den Anforderungen der Zeit erweiterte neue Ausgabe (die 16.) von Linné's Pflanzensystem veranstaltete. Noch fällt in den Ausgang des Jahrhunderts die erste Darlegung der natürlichen Methode durch den großen französischen Botaniker Ant. Laur. de Jussieu

(1789), der jedoch die Grundzüge derselben von seinem Oheim Bern. de Jussieu, einem Zeitgenossen Linné's, überkommen hatte.

Die Neuzeit in der Geschichte der Pflanzenkunde ist dadurch bezeichnet, daß, während bisher die systematische Botanik fast die Alleinherrschaft behauptete, nun, seit den ersten Decennien unseres Jahrhunderts, nach und nach auch die übrigen Zweige in die ihnen gebührende Stelle eintreten, und somit fortan eine allseitige Entwickelung der Wissenschaft stattfindet. Zunächst wurde mit vervollkommneten Instrumenten durch Mirbel und Treviranus die Pflanzenanatomie wieder aufgenommen, und zugleich die damit eng verbundene Pflanzenphysiologie wesentlich gefördert. Beide erhielten dann in neuerer Zeit durch Meyen, A. Brogniart, H. Mohl und Schleiden wissenschaftliche Gestalt und höhere Vollendung. Besonders aber erwachsen der Physiologie stets neue Aufklärungen aus den Fortschritten der Chemie und Physik, die als Hülfswissenschaften für sie von größter Bedeutung sind, und noch ist die Forschung auf diesem Felde, dem sich jetzt vorzüglich die Thätigkeit zuwendet, zu keinem Abschluß gekommen. Die Arbeiten von A. P. Decandolle († 1841 zu Genf) und Rob. Brown lehrten die Einheit in der Mannichfaltigkeit der Pflanzenorgane und ihrer Formen erkennen, wie es schon früher Göthe in seiner „Metamorphose der Pflanze" ahnend ausgesprochen hatte; und so wurde der Grund zur Morphologie gelegt. Diese Ansichten mußten zugleich ausbildend und läuternd auf das natürliche System zurückwirken, welches eben durch Decandolle, dem unter den Deutschen Steph. Endlicher (in Wien) würdig zur Seite steht, seiner Vollendung näher geführt wurde. Endlich war es dem gewaltigen Geiste Alexander's v. Humboldt vorbehalten, durch glückliche Combination einer Masse von Einzelbeobachtungen und unterstützt von umfassender, auf ausgedehnten Reisen gesammelter Anschauung, die Gesetze der Pflanzenverbreitung festzustellen, und so die jüngste der botanischen Disciplinen, die Pflanzengeographie in's Leben zu rufen, welche seitdem durch Schouw, Wahlenberg, Meyen und Andere weitere Ausbildung erhielt. Der Raum verbietet uns, die Männer einzeln namhaft zu machen, welche in dieser neuesten Epoche noch außer den genannten an Vervollkommnung der Wissenschaft in ihren verschiedenen Richtungen arbeiteten und noch arbeiten. Daher schließen wir hier diese historische Skizze, indem wir in Betreff des gegenwärtigen Zustandes der Pflanzenkunde auf den Verfolg dieses Werkes hinweisen.

I. Allgemeine Botanik.

1. Abschnitt. Morphologie.

Wir betrachten hier die äußere Gestaltung der Pflanzenorgane und die Gesetze der Anordnung, nach denen die Pflanze aus denselben gleichsam aufgebaut ist. Wir unterscheiden bei allen Pflanzen, mit Ausnahme der unvollkommensten, deren dreierlei, nämlich:

1) Wurzel,
2) Stengel,
3) Blätter.

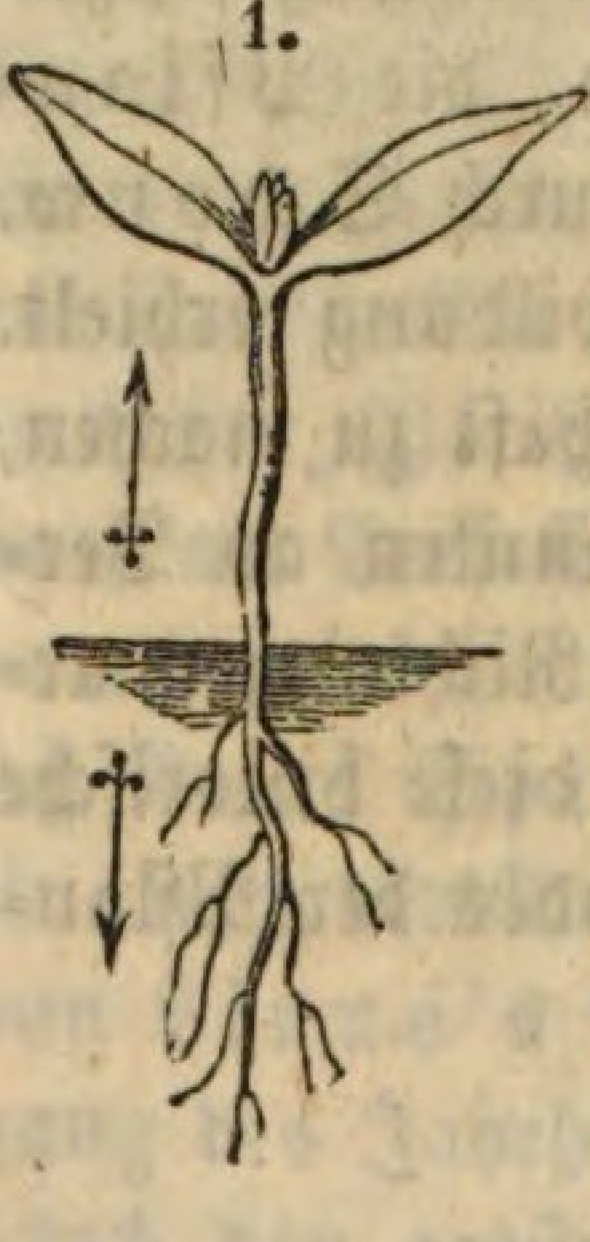
Diejenigen Theile, welche zur Erzeugung des Saamens bestimmt sind, bestehen zwar im Grunde auch aus Stengel- und Blattgebilden; diese sind aber dann stets so eigenthümlich umgeändert, daß wir sie besonders betrachten müssen, als:

4) Fortpflanzungsorgane,

die sich in ihrer ausgebildeten Form als Blüthe, Frucht und Saamen entwickeln.

§. 1. Von der Wurzel.

1.



Die Wurzel ist der abwärtswachsende Theil der Pflanze, der in der Regel jedoch nicht immer in der Erde verborgen ist, während der Stengel mit den Blättern sich aufwärts in Licht und Luft erhebt. Sehr deutlich zeigt diesen Unterschied ein einfaches Keimpflänzchen (Fig. 1.), weil hier die Trennung der beiden divergirenden Wachsthumrichtungen, nämlich des Würzelchens und Stengelchens, mit der Bodenfläche zusammenfällt, was bei der erwachsenen Pflanze häufig nicht mehr der Fall ist. Der wesentliche Charakter der Wur-

zel liegt also in ihrer Wachsthumsrichtung, die derjenigen des Stengels diametral entgegengesetzt ist. Außerdem unterscheidet der Mangel aller Blattorgane die eigentliche Wurzel leicht von den oft sehr wurzelähnlichen unterirdischen Stengelformen, z. B. der Zwiebel, dem Knollen, dem Wurzelstock (s. §. 2. S. 14—19.).

Bildet die Wurzel eine unmittetbare Verlängerung der Pflanzenachse nach unten, so heißt sie eine *Hauptwurzel*; eine solche finden wir bei der Mehrzahl der einjährigen Pflanzen, sowie bei unseren Sträuchern und Bäumen, wo sie oft der sichtbaren Pflanze an Gestalt und Ausdehnung ziemlich genau entspricht. Bei anderen Pflanzen verschwindet dagegen die den Stengel unten abschließende Hauptwurzel bald und wird durch *Nebenwurzeln* ersetzt, welche seitlich an dem untern, in die Erde versenkten Stengeltheil hervorkommen. Dieser Fall findet sich bei den unterirdisch-ausdauernden (perennirenden) Pflanzen, bei den Gräsern, Zwiebelpflanzen und Palmen. Sind die Nebenwurzeln solcher Pflanzen dünn und fadenförmig, so schreiben wir ihnen eine *Faserwurzel* zu.

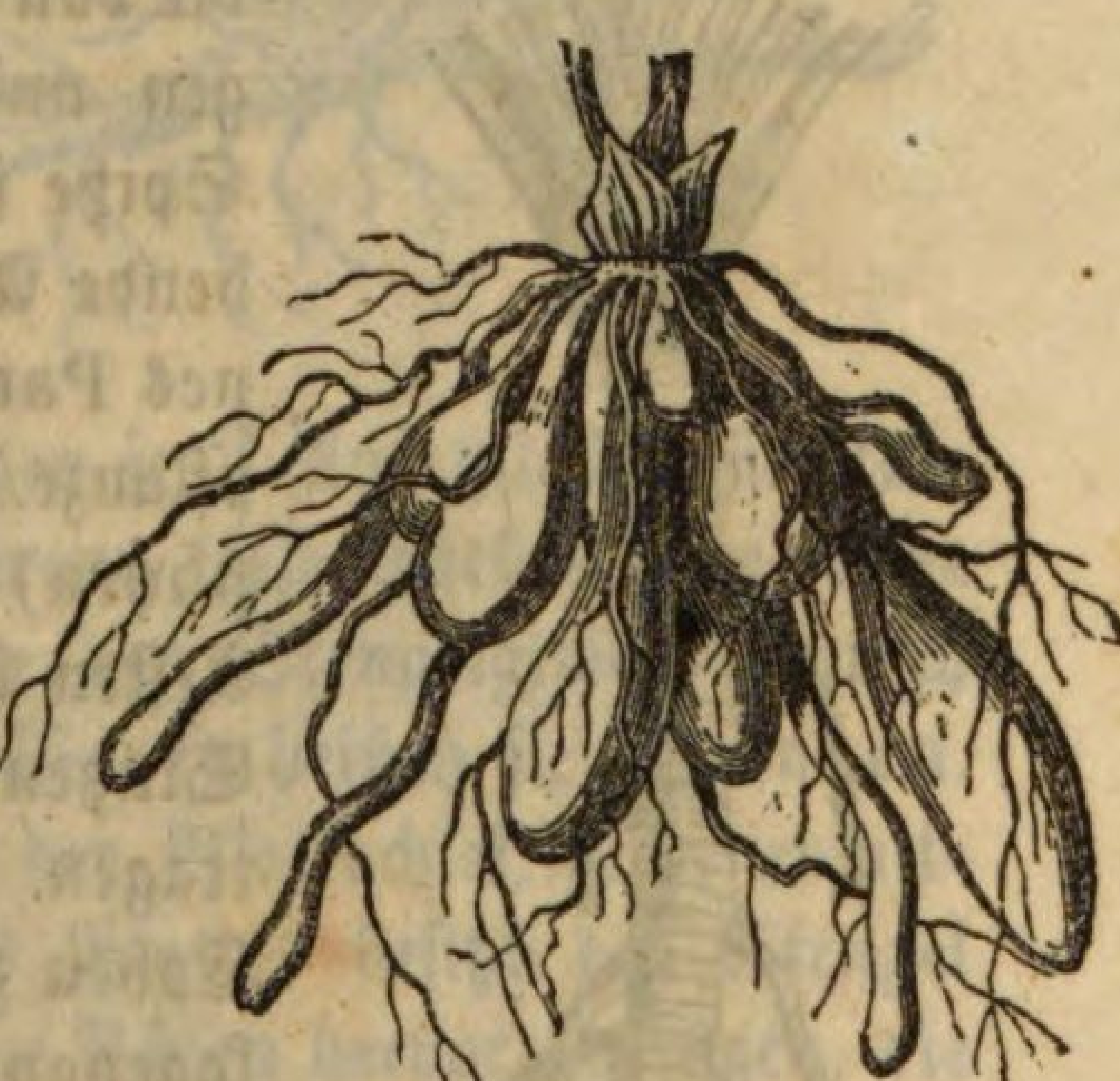
2.



3.



4.



Die Hauptwurzel ist entweder *einfach* (Fig. 2.) oder *ästig* (Fig. 3.). Läuft in letzterem Falle der mittlere Stamm in vorwiegender Stärke bis zur Spitze aus, so nennt man dieß eine *Pfahlwurzel*,

wie sie z. B. unsere Waldbäume haben; **Thauwurzeln** heißen bei diesen die obersten horizontal auf dem Boden hinlaufenden Wurzeläste. Besteht bei verschwindendem Mittelstamme eine Wurzel aus gleichstarken, fadenförmigen Aesten, so heißt sie **faserig**; sind alle oder einzelne Fasern verdickt oder knollig angeschwollen, so wird sie **büschelig** (Fig. 4.) genannt; als Beispiel haben wir hier das Scharbockkraut (**Ranunculus Ficaria**) gewählt, das in unsern Wäldern gemein ist und dessen fleischige Wurzelknöllchen, vom Regen aus der Erde gespült, zur Sage vom Manna- oder Getreideregen gaben.

Manche Wurzeln besitzen die Eigenschaft, wenn sie in fetten Boden gebracht und sorgfältig cultivirt werden, an Masse zuzunehmen und fleischig zu werden. So entstanden die ihrer Anwendung wegen wichtigen Wurzeln der **Rüben** und **Rettige**; von beiden Pflanzen aber gibt es auch dünne wurzelige Formen, die man bekanntlich als Oelpflanzen cultivirt. An der Möhre oder **gelben Rübe** (**Daucus Carota**) kann man diesen Vorgang sehr leicht beobachten; es hat nämlich ihre überall wildwachsende Mutterpflanze eine dünne holzige Wurzel, die aber bei Cultur im Gartenland schon im zweiten Jahr sich in die fleischige Möhre von spindelförmiger Gestalt (Fig. 2.) umwandelt.

5.

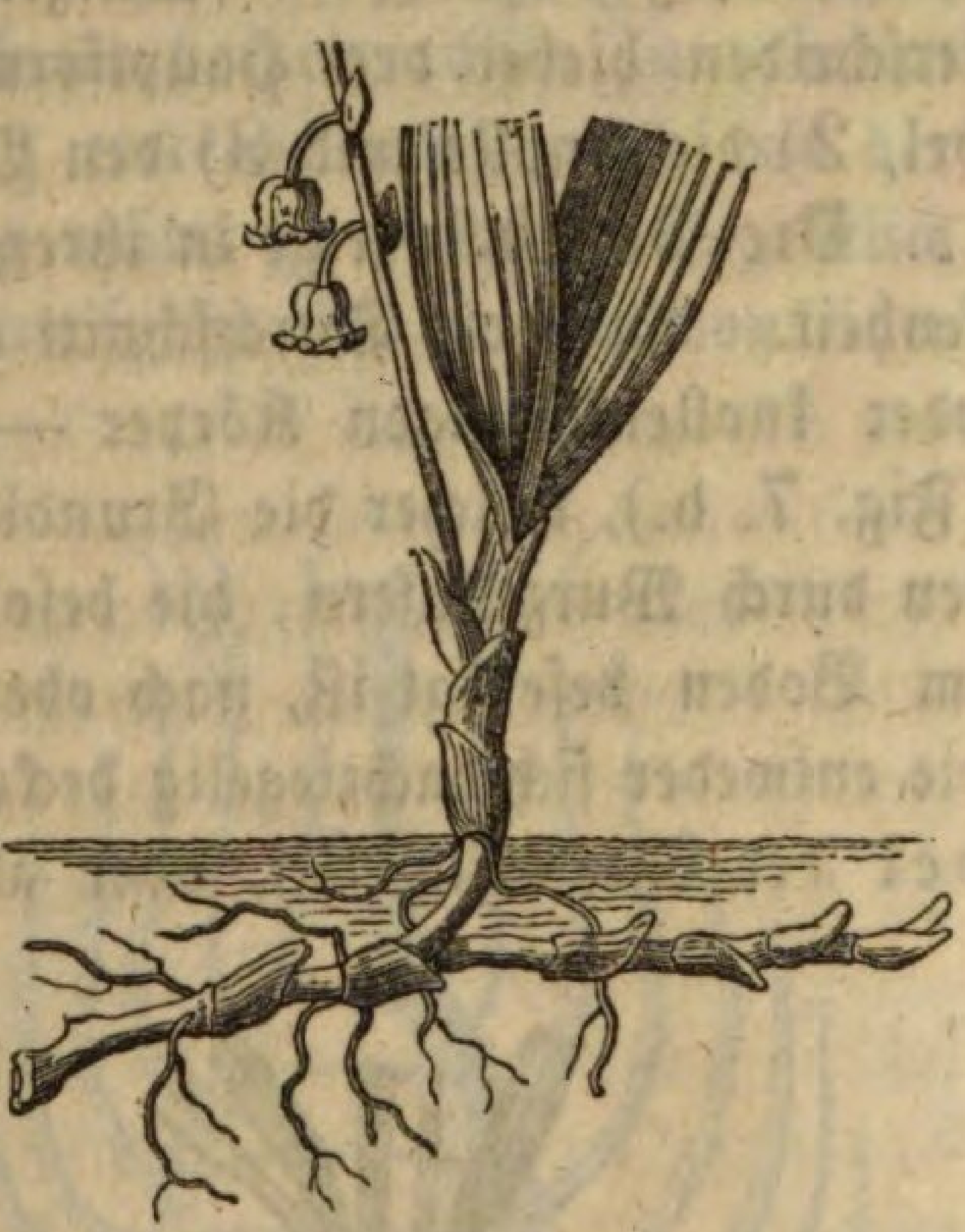


Luftwurzeln sind solche Nebenwurzeln, die von einem oberirdischen Stengeltheil entspringen und erst nach längerem Verlauf mit ihrer Spitze in den Boden eindringen; die nebenstehende Abbildung zeigt solche an dem Stamm eines **Pandanus**, einer palmenähnlichen Tropenpflanze. Der sogenannte Manglebaum (**Rhizophora**) und die indische Feige senden aus den Aesten Luftwurzeln in die Erde hinab, die gleich Stützen die ausgedehnte Krone dieser Bäume tragen. Von einheimischen Pflanzen ist hier der Epheu zu nennen, der seinen Stamm mit kurzen sogenannten **Klammerwurzeln** befestigt, welches Luftwurzeln sind, die aber nicht in die Unterlage eindringen, sondern sich nur sehr fest derselben anlegen.

§. 2. Vom Stengel.

Der aufwärts wachsende Pflanzenkörper — also abgesehen von der Wurzel — zeigt sich zusammengesetzt aus dem Stengel und den an demselben ansitzenden Blattgebilden; ersterer bildet die Achse der Pflanze, und die Blätter sind in Bezug auf dieselbe Anhangsorgane. Letztere fehlen der Wurzel durchaus; daher gibt ihr Vorhandenseyn ein sicheres Kennzeichen eines Stengeltheils, als eines solchen, in den Fällen, wo er äußerlich ganz wie eine Wurzel aussieht. So z. B. ist die sogenannte „kriechende Wurzel" der Gräser, des Maiblümchens (Fig. 6.) mit — freilich unentwickelten, scheidenartigen — Blättern besetzt; wir erklären sie daher für einen unterirdischen Stengeltheil, welche Deutung sich auch dadurch richtig erweist, daß ihr Wachsthum an den Spitzen der Verzweigungen sich unmittelbar in das der aufwärts strebenden Stengel fortsetzt.

6.

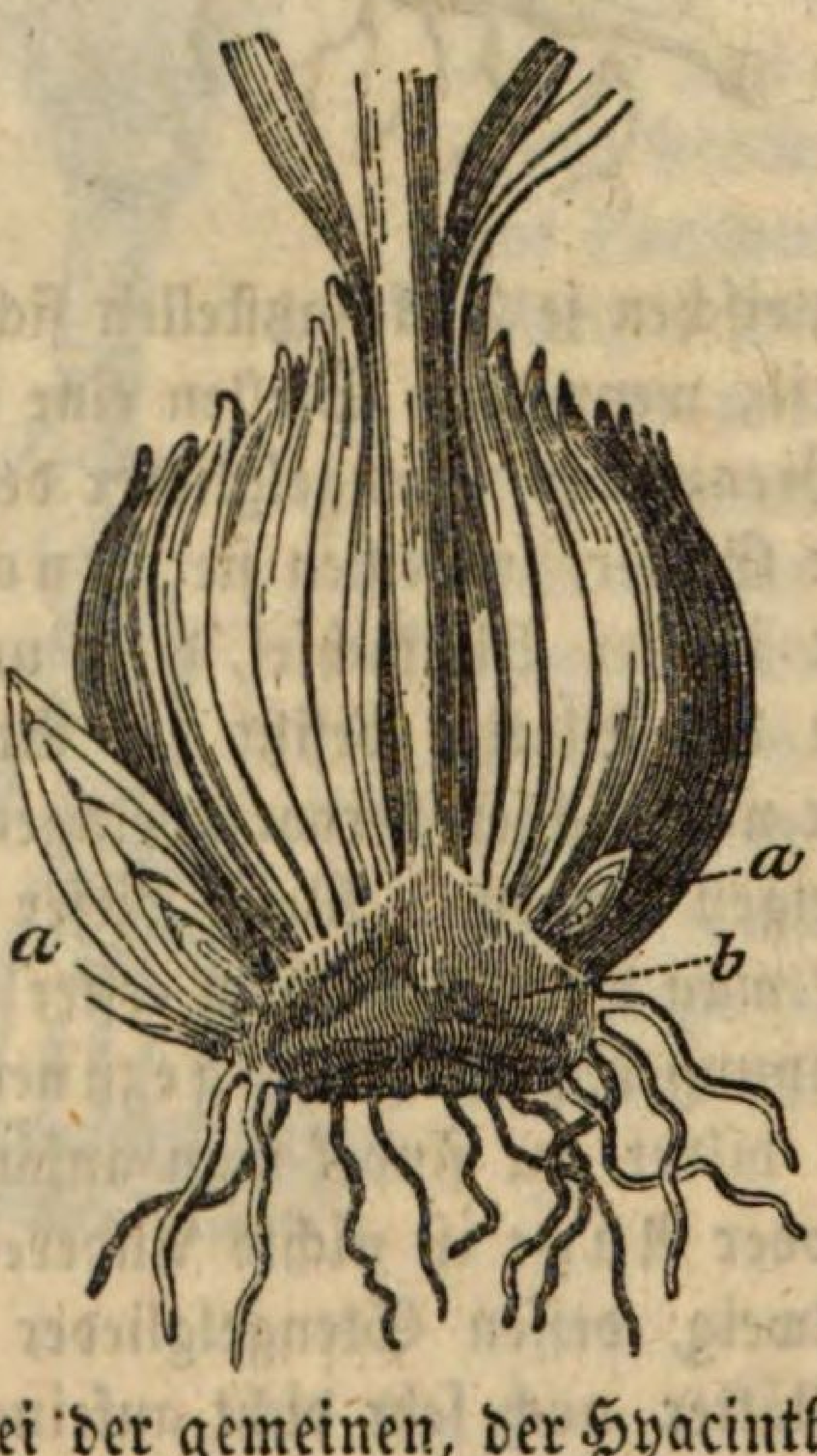


Nach dem Stande der am Umfang des Stengels in regelmäßiger Anordnung befestigten Blätter zerfällt derselbe in eine gewisse Anzahl mehr oder weniger deutlich zu unterscheidender Stengelglieder oder Internodien; so nennt man nämlich den zwischen je 2 Ansatzstellen sich folgender Blätter gelegenen Stengeltheil; wenn diese Stellen eine solche Beschaffenheit haben, daß sie die Grenze der Stengelglieder deutlich bezeichnen, wie z. B. am Halme der Gräser, so heißen sie: Knoten. Eben an diesen Stellen, und zwar in der Blattachsel, d. h. unmittelbar über dem Befestigungspunkte des Blattes besitzt der Stengel die Fähigkeit, sich zu verzweigen oder neue Achsen hervorzubringen, die sich dann selbst wieder ebenso verzweigen können. Wenn dieser Vorgang sich mehrfach wiederholt, pflegt man die Nebenachsen erster Ordnung: Aeste, die zweiter, dritter Ordnung u. s. w. Zweige zu nennen. Ueberall, wo eine Verzweigung sich bildet, da findet man anfänglich eine Knospe, denn eine Knospe oder Auge ist nichts Anderes als ein noch unentwickelter Ast oder Zweig, dessen Stengelglieder noch ganz verkürzt sind, daher denn die Blätter noch sehr dicht aufeinander schließen; beim Ausschlagen der Knospe, wenn nämlich durch Stre=

ckung der Stengelglieder der Zweig hervorwächst, werden sie natürlich auch auseinander gerückt. Da nach dem Gesagten die Verzweigungen des Stengels stets nur aus den in den Blattachseln stehenden Knospen hervorkommen, so sind sie, auch wie die Blätter regelmäßig, angeordnet. Dieses Vorhandenseyn regelmäßig gestellter Knospen, welche nur an Stengelorganen sich finden können, ist ein fernerer Character, der die wurzelartigen Stengeltheile von den ächten Wurzeln unterscheidet; daher müssen wir z. B. die Kartoffel, welche Augen, d. h. Knospen in regelmäßiger Anordnung auf ihrer Oberfläche trägt, zu jenen ersteren rechnen. Wir wenden uns nun zur näheren Betrachtung dieser unterirdischen, gewöhnlich für Wurzeln gehaltenen Stengelgebilde und unterscheiden hiebei drei Hauptformen derselben, nämlich 1) die Zwiebel, 2) die Knolle und 3) den Wurzelstock oder das Rhizom.

Die Zwiebel zeigt in ihrem Innern stets eine fleischige Beschaffenheit. Auf dem Durchschnitt (Fig. 7.) erkennt man einen kuchen- oder knollenförmigen Körper — die sogenannte Zwiebelscheibe (Fig. 7. b.), welcher die Grundlage des Ganzen bildet, und nach unten durch Wurzelfasern, die besonders an seinem Umfang entspringen, im Boden befestigt ist, nach oben aber die blattartigen Gebilde trägt, die entweder sich dachziegelig decken, wie bei der schuppigen Zwiebel der Lilie (Fig. 8.), oder als ringsumfassende Schalen ansitzen,

7.



8.

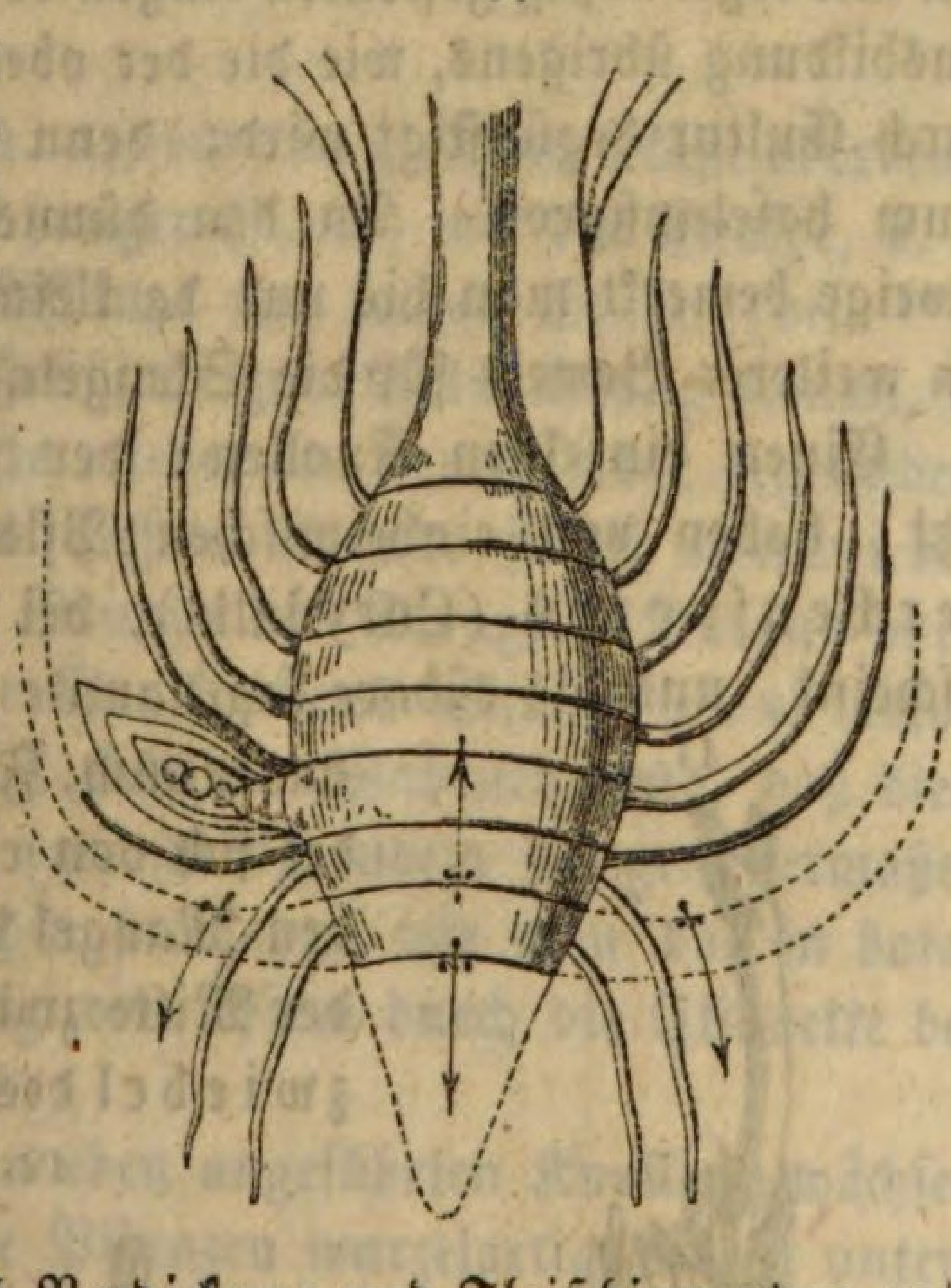


wie bei der gemeinen, der Hyacinthen- und andern schaligen Zwiebeln. Bildet das Innere der Zwiebel einen ungetheilten fleischigen

Körper, so heißt dieselbe dicht, wie z. B. bei der Herbstzeitlose. Die Oberfläche nimmt ferner je nach der Beschaffenheit der äußeren Schalen ein verschiedenes Aussehen an, wonach sie häutig, faserig, netzförmig u. s. w. seyn kann; sehr zierlich ist z. B. das Maschennetz, aus den stehenbleibenden Fasern der äußeren Zwiebelschalen gebildet, womit die Zwiebel des Allermannsharnisch (Gladiolus) bekleidet ist; von der Aehnlichkeit desselben mit einem Panzerhemde rührt sowohl der Name, als auch der frühere Aberglaube, sie mache schuß- und stichfest, her.

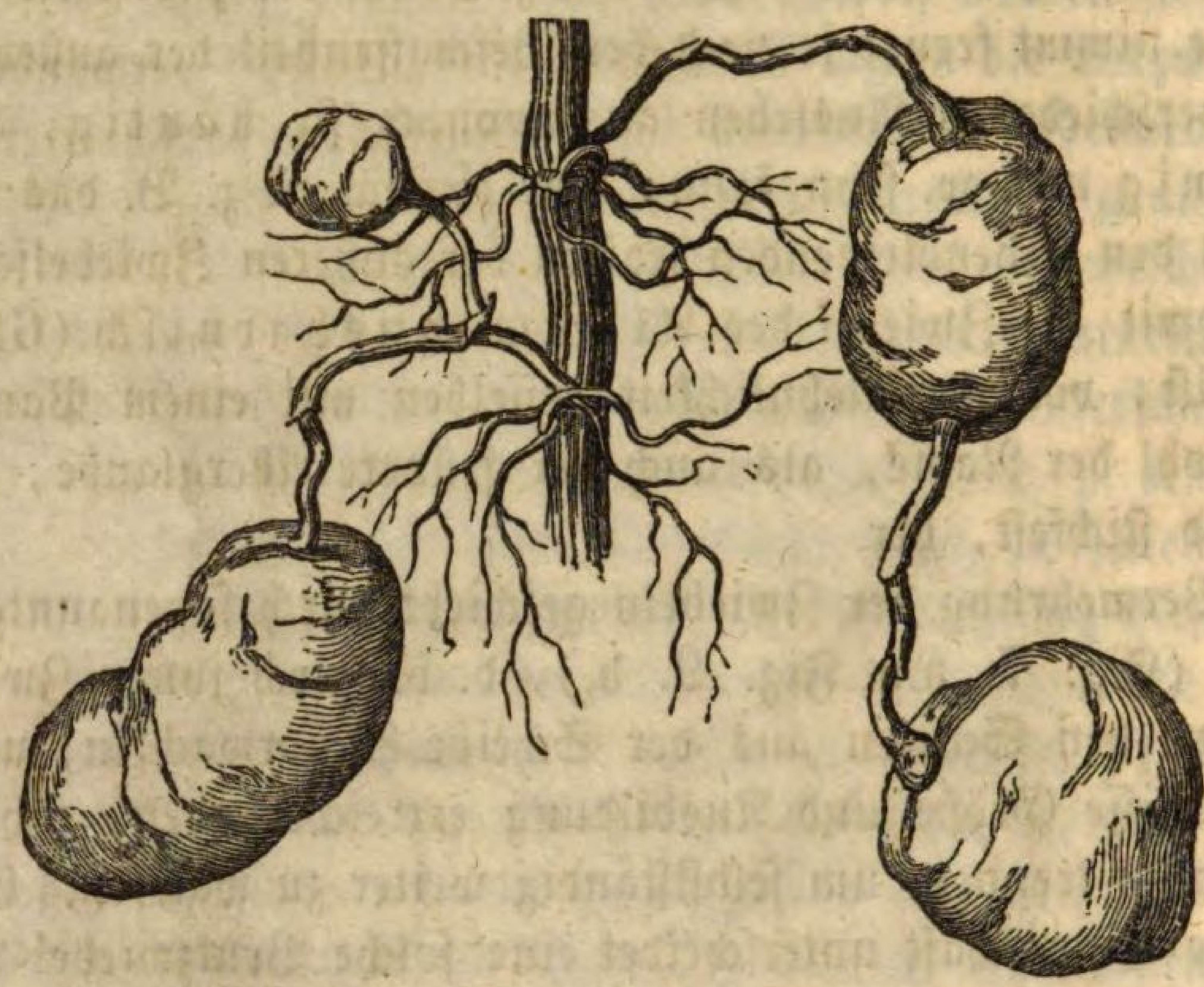
Die Vermehrung der Zwiebeln geschieht durch sogenannte Zwiebelbrut (Fig. 7. a.a. Fig. 9. b.), d. h. durch junge Zwiebelchen, die zwischen den Schalen aus der Scheibe hervorwachsen, und wenn sie eine gewisse Größe und Ausbildung erreicht haben, sich von der Mutterpflanze trennen, um selbstständig weiter zu wachsen. Eigentlich nur letztere Eigenschaft unterscheidet eine solche Brutzwiebel von einer Knospe, daher wir auch die Zwiebelscheibe, aus der sie herauswächst, für ein Stengelorgan halten müssen. Nach allem diesem ist eine Zwiebel ein unterirdischer fleischig verdeckter Stengeltheil, mit sehr verkürzten Stengelgliedern, der unausgebildete, schuppen- oder schalenartige Blätter trägt, in deren Mitte die in den oberirdischen Stengel auswachsende Knospe eingeschlossen ist, wie man dieses aus der nebenstehenden Fig. 9., welche eine schematische Darstellung des Durchschnitts einer Zwiebel gibt, sich wird klar machen können.

9.



Der Knollen bildet sich durch Verdickung und Fleischigwerden entweder an der Wurzel (wie in den oben S. 12 angeführten Beispielen), oder aber an einem unterirdischen Stengeltheil, in welchem Falle wir stets Augen oder Knospen auf seiner Oberfläche finden, wie z. B. bei der knolligen Sonnenblume (auch Erdäpfel oder Tobinambu genannt), und bei der Kartoffel (Fig. 10.). Von letzterer ist hier ein Stück des unterirdischen Stengels mit seinen Seitenzweigen abgebildet, welche durch Ablagerung von überschüssigem Nahrungsstoff stellenweise zu

10.



den mit regelmäßig gestellten Augen besetzten Knollen anschwellen, deren Ausbildung übrigens, wie die der oben erwähnten fleischigen Wurzeln, durch Cultur begünstigt wird; denn bei der wilden Pflanze sind sie kaum haselnußgroß. An den dünnern Stellen der knollentragenden Zweige bemerkt man hie und da kleine schuppige Blättchen, was eben ein weiterer Beweis für die Stengelnatur derselben ist.

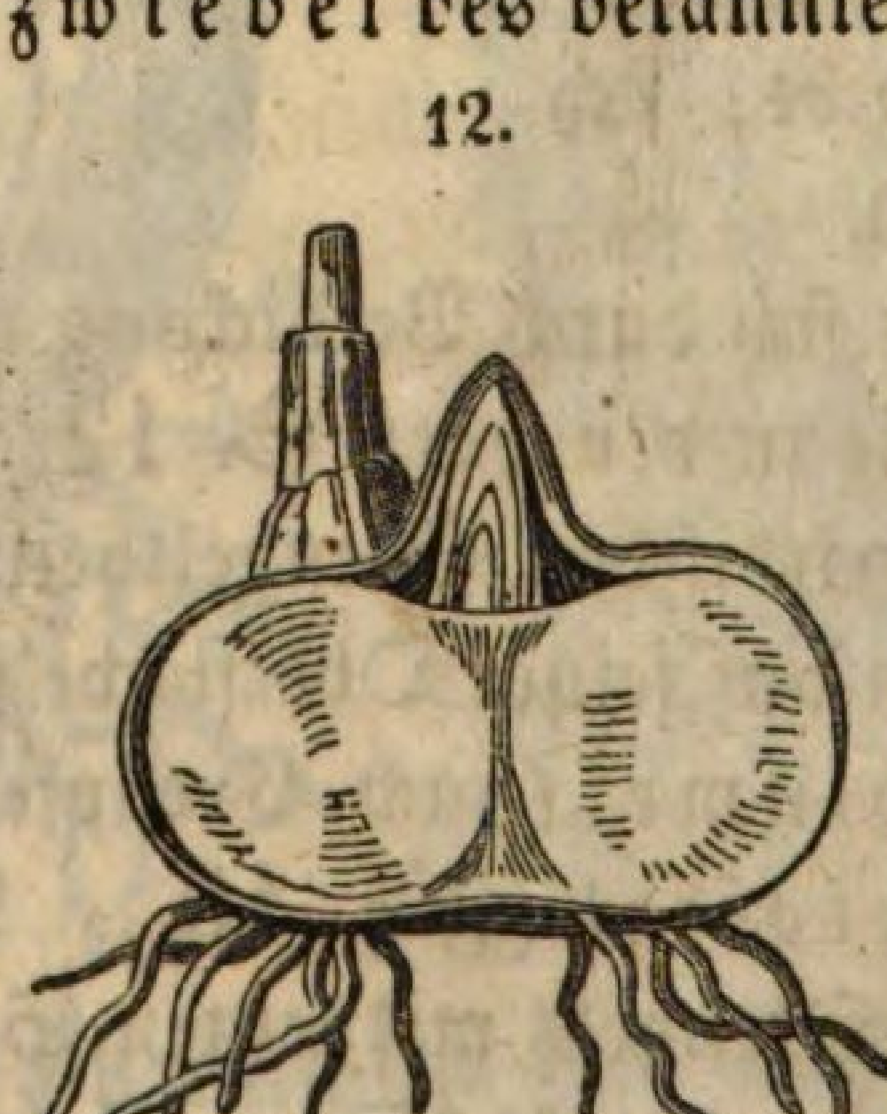
Einen einzelnen Knollen, der sich oben in den Stengel fortsetzt, haben von einheimischen Pflanzen unter andern die Arten des Lerchensporns (Corydalis), bei deren einer er in der Mitte hohl erscheint, und die eßbare sogenannte Erdkastanie (Carum Bulbo-

11.



castanum, Fig 11.); diese Bildung unterscheidet sich von einer Zwiebel eigentlich nur durch den Mangel der Schalen oder Schuppen. In der Mitte zwischen beiden steht die Knollenzwiebel des bekannten Frühlingscrocus

12.



(Fig. 12.). Hieher gehören ferner die Doppelknollen, welche unsern einheimischen Orchideen eigenthümlich sind; bei diesen sitzt nämlich der Stengel, aus dessen Grunde wenige dicke Wurzelfasern kommen, auf einem Knollen auf, der ent-

weder handförmig ist (Fig. 13.) oder rundlich (Fig. 14.), wie bei den Arten, deren Knollen getrocknet, als „Salep" verwandt werden; je weiter nun die Pflanze in ihrer Vegetation vorschreitet, um so

13.



14.



mehr schrumpft dieser Knollen (a. a.) ein; in gleichem Maße aber entwickelt sich an seiner Seite ein junger (b. b.) mit der Knospe, d. h. der Anlage zur nächstjährigen Pflanze an seiner Spitze (bei **); wenn dieser dann im folgenden Frühjahr zur Entwickelung kommt, ist der alte verschwunden, aber bereits wieder ein neuer an der gegenüberliegenden Seite entstanden. Aus diesem Grunde findet man bei den Orchideen stets zwei Knollen am Grunde des Stengels. Daraus aber, daß die Bildung des jungen oder Brutknollens alljährlich auf derselben Seite sich wiederholt, erklärt sich die Wahrnehmung, daß diese Pflanzen allmählig ihre Stelle verändern, indem sie gewissermaßen schrittweise nach einer Richtung hin fortgehen, wie man das in botanischen Gärten an der Entfernung von ihrem durch die Etiquette bezeichneten Platz nachweisen kann.

Außer den Zwiebel= und den eben angeführten Knollengewächsen haben aber auch noch viele andere Pflanzen wurzelartige, meist unterirdische Stengeltheile, die man dann mit dem Namen: **Wurzelstock** oder **R h i z o m** bezeichnet. Alle Pflanzen nämlich, welche den Winter über unterirdisch ausdauern, thun dies eben durch ein solches Rhizom, an dem sich die Knospen der im Frühjahr über die Erde kommenden Stengel oder der jährigen Triebe befinden. Diese nennt man wohl auch, so lange sie sich noch in unentwickeltem Zustande befinden: „Stockknospen." So z. B. hat die Spargelpflanze einen ausdauernden, tief in der Erde liegenden Wurzelstock, aus dem im Frühjahr die Sten=

geltriebe hervorkommen, die man dann als Spargeln ißt; läßt man aber dem Wachsthum seinen Lauf, so „schießen" sie, d. h. sie entwickeln sich zu oberirdischen, verzweigten Stengeln mit Blättern und Blüthen.

Der **Wurzelstock** entbehrt fast durchgängig der Hauptwurzel, und ernährt und befestigt sich durch Nebenwurzeln, welche vorzugsweise unterhalb der Knoten hervorkommen; er ist stets mit unausgebildeten, nämlich schuppen- oder scheidenartigen Blättern besetzt oder zeigt wenigstens deren Ansatzstellen als ringförmige Narben auf seiner Oberfläche. Auch das Rhizom kann knollig verdickt erscheinen, wie z. B. das ästige mit rundlich angeschwollenen Gliedern bei der Schwertlilie. Wenn die einzelnen Stengelglieder des Wurzelstocks verkürzt und seine Verzweigungen dicht zusammengerückt sind, so erscheinen die daraus entspringenden Blätter und Stengel in gedrängten Büscheln über der Erde, und man bezeichnet dieses als ein rasenartiges Wachsthum, wie es z. B. die Pfingstnelke und viele Gräser haben. Sind dagegen die einzelnen Stengelglieder gestreckt, so verbreitet sich das Rhizom, und zwar meist in horizontaler Richtung unter oder auf der Erdoberfläche hin und die Blätter und Stengel erscheinen dann in weiteren Entfernungen von einander und sozusagen zerstreut aus demselben. Für dieses horizontal verlängerte Rhizom war früher der unrichtige Ausdruck „kriechende Wurzel" gebräuchlich; es ist entweder einfach, wie bei der Einbeere, dem Calmus, dem Windröschen (Anemone nemorosa Fig. 15.), oder mehrfach verzweigt in ebenfalls kriechende Seitenäste, welche man im unentwickelten Zustande „Stockspossen" nennt. Dieses ist z. B. der Fall bei der Sandsegge (Carex arenaria Fig. 16.) und dem Sandhaargras (Elymus arenarius), die man beide im Flugsande, namentlich auf den Dünen der Meeresküste, anpflanzt, um durch die weitumherkriechenden Wurzelstöcke den losen Boden zu befestigen, und ihn so allmählig der Kultur fähig zu machen. Dagegen gehören hieher auch zwei unserer lästigsten Unkräuter, nämlich der Ackerschafthalm (Equisetum arvense) und der Queggenweizen (Triticum repens), die besonders in sandigen Feldern gedeihen, wo ihre weitverzweigten, den Boden aussaugenden Rhizome fast unvertilgbar sind.

15.



16.



Zum Schluß der Betrachtung der wurzelartigen Stengelbildungen, die wir als Zwiebel, Knollen und Wurzelstock haben kennen lernen, sind noch die halboberirdischen Rhizome der Farnkräuter zu nennen. Entweder sind dieselben verkürzt und wachsen in schiefaufsteigender Richtung aus dem Boden hervor, die Blätter oder Wedel an der Spitze in kreisförmiger Anordnung tragend, oder sie kriechen, horizontal erstreckt, im Moose des Bodens und der Baumstämme, wie bei'm gemeinen Engelsüß (**Polypodium vulgare**) unserer Wälder. Sie bilden also den natürlichen Uebergang zu dem im Folgenden zu betrachtenden

oberirdischen Stengel.

Man hat hier nach augenfälligen Kennzeichen der Consistenz und des äußeren Ansehens einige Formen unter besonderen Namen unterschieden, deren wichtigste wir zunächst anführen wollen.

Als Stamm wird derselbe bezeichnet, wenn er verholzt und vermöge dieser seiner Beschaffenheit mehrere — selbst viele — Jahre auszudauern, und somit in unserem Klima die Winter zu überstehen vermag. Der einfache, ungetheilte Holzstamm, wie er sich nur bei Gewächsen der wärmern Zone, nämlich bei den Palmen (siehe umstehende Fig. 17.) und einigen verwandten, und bei den baumartigen Farnkräutern (Fig. 18.) findet, heißt Stock. Derselbe ist im Boden nur mit Nebenwurzeln befestigt, endigt in eine Gipfelkrone großer Blätter und zeigt sich in seinem Umfang mit den Narben oder sonstigen Ueberresten der ältern, abgefallenen Blätter bedeckt. Nur selten, wie beim Drachenbaum und der ägyptischen Dhum=

17.



18.



19.



Palme (Fig. 19.) verzweigt er sich im Alter an der Spitze in sparsame, durch Blattkronen geendigte Zweige. — Baumartig nennen wir einen Stamm, wenn er in beträchtlicherer Erstreckung über der Erde ungetheilt bleibt und sich also erst weiter oben in Aeste sozusagen auflöst. Als Beispiel mögen unsere Waldbäume, sowie überhaupt die Laub- und Nadelhölzer dienen. Sie unterscheiden sich von dem oben erwähnten baumartigen Palmstock, durch die reichverzweigte, allseitig belaubte Krone und durch die in entsprechender Weise vielfach zertheilte Hauptwurzel, deren holziger Mittelstamm als Pfahlwurzel tief in den Boden niedersteigt.

Strauchartig heißt dagegen der Holzstamm, wenn die Ver-

zweigung schon gleich vom Grund an beginnt, wobei derselbe dann auch in der Regel nur eine geringe Höhe erreicht. Doch ist hierin kein wesentlicher Unterschied begründet, denn bekanntlich kann man durch Wegschneiden der unteren Aeste einen Strauch zum Baum ziehen, und umgekehrt sehen wir oft Bäume durch natürliche oder künstliche Veranlassungen zum strauchartigen Wuchs herabgebracht, wie z. B. unsere Waldbäume in den höheren Gebirgsregionen als niedriges Gestrüpp erscheinen.

Der Halm ist der Stengel der grasartigen Pflanzen, meistens ausgezeichnet durch ringförmig hervorgehobene oder eingeschnürte Knoten; innen ist er gewöhnlich hohl und an den Knoten durch Querscheidewände abgetheilt, öfter aber auch ganz mit zelligem Mark ausgefüllt, wie beim Mais und Zuckerrohr. Baumartig findet er sich bei dem in den Tropenländern so vielfach angewendeten Bambusrohr, einem riesigen Gras, das mit seinen harten, knotigen Stämmen in den Sümpfen der heißen Länder ausgedehnte Wälder bildet.

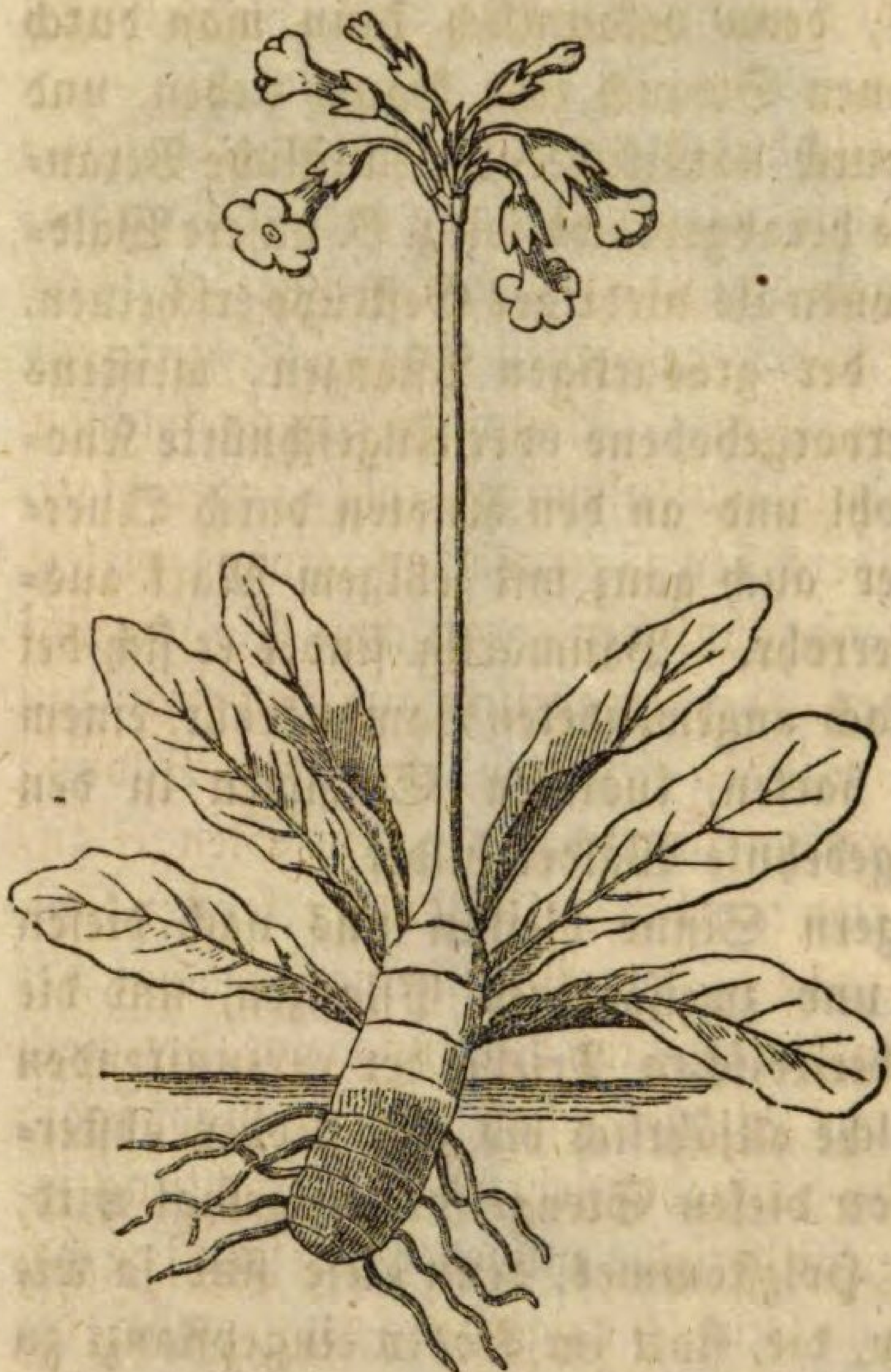
Für den Stengel im engern Sinne bleiben uns nach diesen noch die Achsenorgane der ein- und zweijährigen Pflanzen, und die auch nur ein Jahr dauernden oberirdischen Triebe der perennirenden Pflanzen, derjenigen nämlich, welche alljährlich bis zum Boden absterben. Uebrigens gilt das, was von diesen Stengelformen gesagt wird, auch für die jüngsten Triebe des Holzstammes, denn diese sind ja wie einjährige Pflanzen zu betrachten, die, statt im Boden eingepflanzt zu seyn, auf dem aus den bleibenden früheren Generationen gebildeten Stamm aufsitzen.

Um die mannichfachen Modificationen des Stengels und seiner Formen besser zu überblicken, wollen wir die Betrachtung nach gewissen allgemeinen Gesichtspuncten eintheilen.

1) Entwickelung der Stengelglieder. Da der Stengel die Achse der Pflanze vorstellt, so sind seine Glieder auch in der Regel vorherrschend nach der Längsrichtung entwickelt. Doch trifft diese Streckung oft nur einzelne derselben, und namentlich die unteren Internodien sind häufig so verkürzt, daß die ihnen entsprechenden Blätter dicht zusammengedrängt erscheinen. Man nennt solche am Grund des Stengels dicht beisammenstehende Blätter gewöhnlich „Wurzelblätter;“ sie stehen aber stets auf einem Stengeltheile auf, dessen Glieder nur sehr verkürzt, dafür aber meist in die Breite gedehnt sind. So findet man es z. B. bei genauerer Untersuchung der Blattkrone auf einer Rübe, aus welcher ja auch, wie überhaupt aus den Blattrosen, welche die zweijährigen Pflanzen im Herbste treiben, im nächsten Frühjahr gestreckte Stengel hervorwachsen. Wenn alle blatttragenden Stengelglieder verkürzt sind, so daß nur sogenannte Wurzelblätter vorhanden

sind, wie das die nebenstehende schematische Abbildung einer Schlüssel-

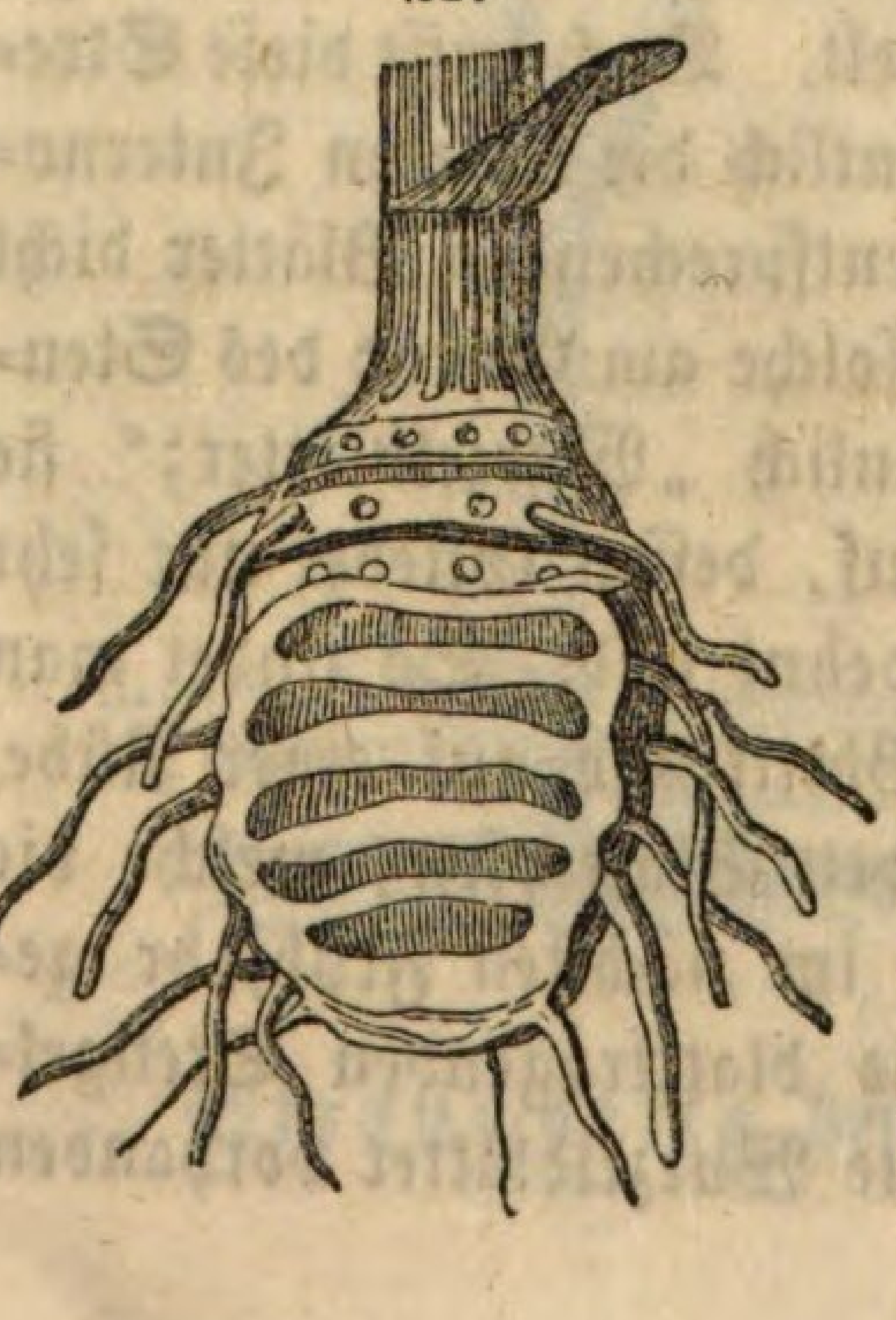
20.



blume (Fig. 20.) zeigt, so pflegt man die Pflanze auch wohl „stengellos" zu nennen, was aber durchaus unrichtig ist, denn eine solche gibt es ebensowenig als eine „blattlose", weil sich ja diese beiderlei Gebilde als Achsen- und Anhangsorgane gegenseitig bedingen. Hier trifft eben die Streckung oder Verlängerung nur das blüthetragende Stengelglied — welches dann „Schaft" heißt — und der Fall ist im Grunde derselbe, wie bei den Zwiebelgewächsen, nur daß dort die verkürzten Stengelglieder unterirdisch sind. Bei der Mehrzahl der oberirdischen Stengel sind jedoch die Internodien entweder alle, oder zum größten Theil gestreckt, d. h. vorwiegend in die Länge entwickelt, wie man das leicht aus der gegenseitigen Entfernung der Blätter von einander erkennen kann.

2) *Massenbeschaffenheit des Stengels.* Der Hauptunterschied in der Consistenz der Stengelgebilde ist, ob sie *verholzen*, oder weich und *krautartig* bleiben, wie sie es stets bei ihrem ersten Auftreten sind. Selten jedoch ist die ganze Stengelmasse ho-

21.



mogen; so hat der Holzstamm, wenigstens in seinen jüngern Theilen, in der Regel eine mit saftigem, später vertrocknetem oder verschwindendem Zellgewebe ausgefüllte Längshöhle, die man *Markröhre* nennt.

Auch der Krautstengel ist nicht selten hohl, wie z. B. bei den Doldenpflanzen, wo sich an den Knoten ebenso wie bei'm Grashalm Querscheidewände finden. Hieraus erklärt sich leicht die Bildung des querfächrigen Stengelknollens beim giftigen *Wasserschierling* (Fig. 21.), indem hier die unteren hohlen Stengelglieder nie-

dergedrückt und verhältnißmäßig in die Breite gedehnt sind. Regelmäßig gestellte Lufthöhlen kommen besonders in den Stengeln der Wasserpflanzen, z. B. der Seerosen vor; ebenso bei den Schafthalmen (Equisetum).

Eine Anschwellung und Fleischbildung durch abgelagerte überschüssige Nahrung betrifft zwar, wie wir zu Anfang dieses Paragraphen gesehen haben, in der Regel die unteren Stengelglieder, doch tritt sie auch manchmal in der höher gelegenen Stengelgegend ein, wie das Beispiel der Kohlrabi zeigt. Fleischige Stengelmassen, bald kugelförmig angeschwollen, bald säulenfömig verdickt, oder blattartig verbreitert, sind aber besonders den Cactusarten, sowie vielen, ihnen im äußern Ansehen täuschend ähnlichen exotischen Wolfsmilcharten eigenthümlich; diese bestehen aber eigentlich aus den mit den Stengeln verwachsenen Blättern, welchen letzteren eben die Bildung der Fleischmasse vorzüglich zuzuschreiben ist, indeß der dem Stengel zugehörige Theil bei den größeren Arten deutlich Holzbildung erkennen läßt.

3) Richtung des Stengels. Im Allgemeinen wächst der Stengel aufwärts, d. h. in entgegengesetzter Richtung wie die nach dem Mittelpunct der Erde strebende Wurzel; daß dieses unabhängig von der Steigung der Bodenfläche geschieht, lehrt die Betrachtung jedes bewaldeten Berghangs. Dabei ist derselbe entweder steifaufrecht, oder bald mehr bald weniger hin- und hergebogen, wobei die Stengelglieder an den Knoten etwas winkelig zusammentreffen, oder an der Spitze überhängend u. s. w. Wenn er aus niederliegendem Grunde sich aufrichtet, so heißt er aufsteigend. Häufig aber ist der Stengel schlaff, nicht stark genug, um aufrecht zu stehen; dann schmiegt er sich meist dem Boden an und heißt liegend oder niedergestreckt; dabei können seine Aeste entweder ebenfalls auf die Erde gestreckt seyn, oder sie erheben sich, wie z. B. bei dem auf sonnigen Plätzen so häufigen Quendel (Thymus serpyllum Fig. 22.). Oft treibt auch der liegende Stengel aus seiner unteren Seite Wurzelfasern in den Boden und heißt dann wurzelnd. Viele Pflanzen, denen ein verkürzter oder entwickelter Hauptstengel zukommt, treiben solche wurzelnde Nebenstengel auf der Erde hin, deren Knospen die Fähigkeit haben, sich zu selbstständigen Pflanzen zu entwickeln, indem, sobald sie hinlänglich bewurzelt sind, die Verbindung mit der Mutterpflanze abstirbt; man nennt diese Gewächse: Ausläufer oder Stolonen

22.



treibend. Hieher gehört untern andern die Erdbeere (Fig. 23.), deren Ausläufer sehr verlängerte, fadenartig verdünnte Glieder haben, und nur immer an den Knoten wurzeln.

23.



Je nach dem Standort erscheinen die schlaffen Stengelformen auch hängend, wenn nämlich die Pflanze an verticalen Mauern oder überhängenden Felsen vegetirt. In andern Fällen erhebt der Stengel, obgleich für sich zu schwach, um sich aufrecht zu erhalten, sich doch an den umgebenden Gegenständen beträchtlich über die Erde. Bei den Schlingpflanzen geschieht dieß dadurch, daß derselbe in Spiralwindungen benachbarte Pflanzen, Stäbe und dgl. umfaßt, und zwar zeigt hiebei dieselbe Pflanzenart stets gleiche Richtung der Drehung; so windet der Hopfen rechtsherum, d. h. wenn man die Spirale von unten her verfolgt, so schreitet die Bewegung in der Richtung vorwärts, wie die Zeiger an der Uhr; bei der Bohne aber läuft die Spirale entgegengesetzt, oder linksherum. Bei uns gibt es solcher schlingenden Pflanzen in Hecken und Zäunen nur wenige; in den Wäldern der Tropenzone aber kommen deren eine Menge vor, die von den Reisenden unter dem Namen der „Lianen" häufig erwähnt werden, und oft wie Taue von Baum zu Baum als luftige Verbindungswege für die kletternden Thiere gespannt sind. Viele derselben sind sogar von holziger Beschaffenheit und manchmal so stark, daß sie die umschlungenen Baumstämme gleichsam durch Erstickung tödten; sie bleiben dann, wenn jene durch Fäulniß zerstört sind, als sonderbare freigewundene Stammbildungen zurück. Kletternd nennen wir einen Stengel, welcher sich an seinen Umgebungen, als an Stützen, nicht durch seine eigenen Windungen erhebt, sondern vermittelst besonderer Haftorgane; als solche dienen: Stacheln und Dornen, gerade oder hakig ge-

krümmt, Ranken, d. h. fadenartige spiraliggewundene Gebilde, wie wir sie z. B. bei der Erbse und Wicke sehen, und endlich oberirdische oder Luftwurzeln. Letzteres ist der Fall bei unserem Epheu (Hedera Helix), dessen Stengel auf ihrer der Stütze zugewandten Seite zahlreiche kurze sogenannte Klammerwurzeln treiben; diese dringen aber keineswegs in die Stütze selbst ein, wie man schon daraus sieht, daß die Pflanze gleich gut an Mauern und Felswänden, wie auf Baumstämmen fortkommt, wohl aber haften sie äußerlich so fest, daß man die Stengel nur mit beträchtlicher Gewalt von ihrer Unterlage abreißen kann. Da der Stamm des Epheu im Alter stark verholzt, und mit seinen zahlreichen Verzweigungen an altem Gemäuer oft weite Strecken überzieht, so hat man mit Recht behauptet, daß er durch seine zähen, überall festangeklammerten Stengel an solchen Stellen die Festigkeit und Dauer des Mauerwerks vermehre.

4) Gestalt des Stengels. Der Stengel, dessen Glieder wenigstens theilweise entwickelt oder gestreckt sind, erscheint stets mehr oder weniger cylindrisch oder prismatisch; genau betrachtet aber ist er eigentlich von kegelförmiger Gestalt, indem er nach oben zu — freilich meist sehr allmählig — sich verdünnt und abnimmt. Manchmal ist er aber auch an einzelnen Stellen verdickt und angeschwollen, wie bei der schon obengenannten Kohlrabi. Selbst der Holzstamm kann in dieser Weise bauchig verdickt erscheinen, wie bei manchen palmenartigen Pflanzen oder bei dem brasilianischen Wollbaum (Bombax Fig. 24.). Die fleischig-verdickten Stengel der Cactuspflanzen haben wir oben bereits erwähnt; blattartig zusammengedrückt sind sie bei'm Cochenillcactus (C. Opuntia Fig. 25.), säulenförmig bei der sogenannten Fackeldistel (Cereus Fig. 26.), kugelig bei'm Melonencactus (Melocactus Fig. 27). In den beiden letztgenannten Fällen erscheinen sie auf dem Durchschnitt vieleckig.

24.



Bei den entwickelten nicht verdickten Stengeltheilen bestimmt sich die Gestalt leicht nach der auf dem Durchschnitt

erscheinenden Figur. Ist diese ein Kreis, so ist der Stengel cylindrisch,

25. 27. 26.



in welchem sehr häufig vorkommenden Fall wir ihn als *stielrund* bezeichnen. Der *zusammengedrückte* Stengel zeigt auf der Schnittfläche eine Ellipse; wenn er aber beiderseits in eine scharfe Kante ausläuft, so heißt er *zweischneidig*. Wird der Stengel von mehreren in Kanten zusammenstoßenden Flächen begrenzt, so heißt er je nach deren Zahl und dem Winkel, worin sie zusammentreffen: *drei-* bis *vielschneidig* (Fig. 28.), *-eckig* (Fig. 29.) oder *-seitig* (Fig. 30.).

28. 29. 30.



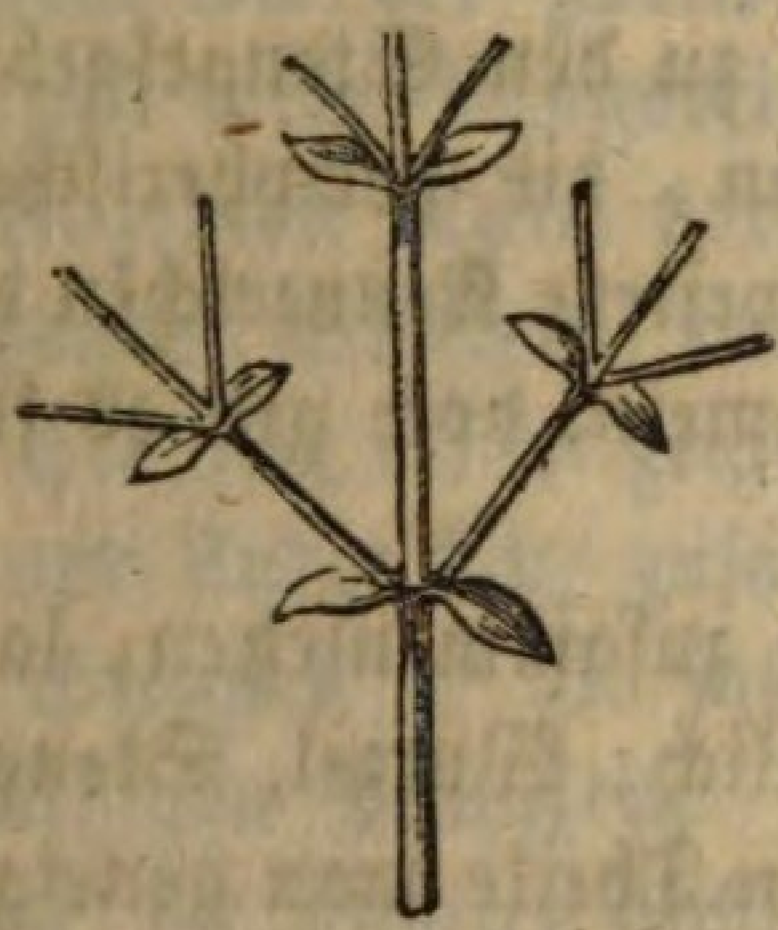
Viereckige Stengel hat z. B. die Taubnessel und überhaupt die Mehrzahl der Lippenblumen; dreischneidige Halme zeigen viele Arten des *Rietgrases* (Carex), an denen man sich bei'm Versuch des Herausziehens schlimm verwunden kann. Oft sind auch die Stengel bei ungefähr stielrundem Umfang mit mehr oder weniger hervorspringenden Kanten versehen, oder: *gestreift*; *gefurcht* dagegen heißen sie, wenn ihre Oberfläche vertiefte Längsrinnen zeigt.

5) *Verzweigung des Stengels*. Der Stengel besitzt, wie schon oben gesagt wurde, die Fähigkeit, an den Knoten und zwar unmittelbar über der Achsel des Blattes Aeste, d. h. Nebenachsen hervorzubringen, die sich entweder wie die Hauptachse, nämlich als beblätterte Stengel verhalten, oder Blüthen tragen, wo sie dann *Blüthenstiele* heißen; doch schließen wir letztere vorerst noch hier von der Betrachtung aus. Da die beblätterten Aeste in den Blattachseln auch wieder Knospen, d. h. unentwickelte Zweige tragen, und sich diese später ebenso verhalten, so wiederholt sich die Verzweigung oft mehrfach und lassen sich demnach Achsen erster, zweiter, dritter Ordnung u. s. w. unterscheiden. Je nach dem Grade der Verästelung heißt dann der Stengel: *einfach*, *ästig*, *sehr ästig*.

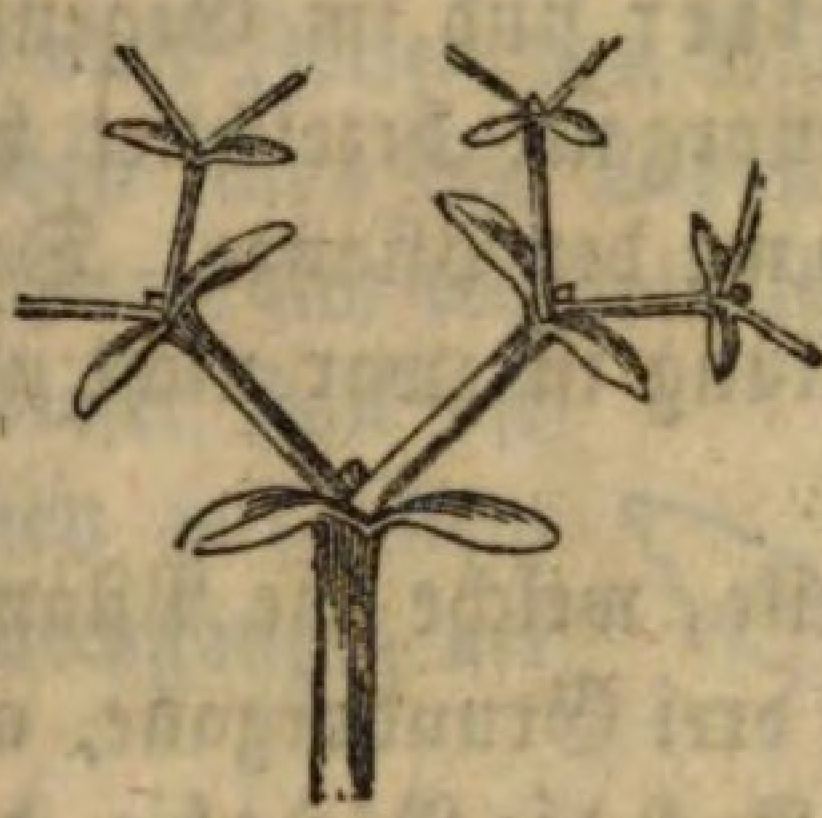
Die Stellung der Aeste hängt natürlich von der der Blätter ab, in deren Achsel sie als Knospen entstanden sind; je nachdem diese auf

gleicher Höhe oder in einer Spirale, zerstreut oder in Reihen stehen, findet man auch die Aeste entsprechend angeordnet; wenn z. B. zwei gegenüberstehende Blätter auf gleicher Höhe vorhanden sind, so werden sich auch die Aeste gegenüberstehen, und es ergibt sich, je nachdem die Hauptachse sich weiter fortsetzt oder nicht, die dreigabelige (Fig. 31.) oder gabelige (dichotome) Verzweigung (Fig. 32.).

31.



32.



Der Regel nach nimmt der Ast die Richtung, daß er gleichweit von der Achse, auf der er entspringt und von dem Blatt, welches ihn stützt, entfernt bleibt, wonach er also in einem halbrechten Winkel (45°) aufwärts wächst; man nennt solche Aeste: abstehend; diejenigen, welche sich in ihrer Richtung der Hauptachse nähern, heißen aufgerichtet; weit abstehend dagegen ist ein Ast, der ungefähr einen rechten Winkel mit seiner Hauptachse macht; endlich kann derselbe auch (nach oben) einen stumpfen Winkel mit der Achse bilden und heißt dann zurückgebogen, oder, wenn er dabei schlaff herabfällt, hängend, wie z. B. bei der Trauerweide und der Birke, bei der diese Bezeichnung freilich nur die jüngern Triebe trifft. Uebrigens liegt in dieser verschiedenen Richtung der Aeste kein wesentlicher Unterschied begründet, denn wir sehen sie oft an einer Pflanze vereinigt, wie denn die runde Wölbung vieler Baumkronen dadurch entsteht, daß der Abstandswinkel der Aeste vom Stamm von oben nach unten stets zunimmt. Bei der Cypresse dagegen und ebenso bei der sogenannten italienischen oder Chaussee-Pappel sind alle Aeste straff ausgerichtet, wodurch die Krone schmal und spitzig gegipfelt erscheint; indeß ist letztgenannter Baum nur eine Abart der mit gerundeter Krone wachsenden Schwarzpappel, und auch von unsern Eichen gibt es Spielarten mit solchem pyramidenförmigem Wuchs. Uebrigens ist bei allen Holzstämmen die Stellung, Richtung und Beschaffenheit der Aeste und Zweige im Laufe der Zeit so mannichfachen, oft durch zufällige äußere Einflüsse hervorgerufenen Abänderungen unterworfen, daß die ursprüngliche, regelrechte Bildung bei vorgeschrittenem Alter kaum mehr zu erkennen bleibt; leichter ist die Gesetzmä-

ßigkeit der Verzweigung an den jüngern und jüngsten Stengeltrieben nachzuweisen, namentlich an denen, welche die Blüthen tragen, weßhalb wir hier auf den §. 6. verweisen, der vom Blüthenstand handelt.

Von der Umwandlung der Aeste in Dornen, Ranken u. s. w. wird ebenfalls weiter unten die Rede seyn.

§. 3. Von den Blättern.

Die Blätter sind im Gegensatz zu den Stengelgebilden, welche wir als Achsenorgane bezeichnet haben, die peripherischen oder Anhangsorgane der Pflanze. Das weitere Kennzeichen der flächenartigen Ausbreitung ist zwar nicht allgemein, doch gilt es für die Mehrzahl der Fälle.

Alle Theile, welche die Pflanzen zusammensetzen, lassen sich auf die genannten drei Grundorgane, nämlich: Wurzel, Stengel und Blatt zurückführen. Auch die Blüthe, deren Theile man geneigt seyn könnte für Gebilde besonderer Art zu halten, ist, wie wir unten im Einzelnen nachweisen werden, nichts anderes als eine Vereinigung von Stengel- und Blattorganen, welche aber zum Zweck der Samenerzeugung eigenthümlich umgewandelt erscheinen. Wir werden sie daher in einem besonderen Abschnitte behandeln und betrachten hier zunächst nur die Anhangsorgane des nicht mit der Blüthenbildung in Bezug stehenden Stengeltheils. Für diese, oder die Blätter im engeren Sinne, läßt sich als ferneres, ziemlich allgemein geltendes Kennzeichen das der grünen Farbe und der mehr oder weniger krautartigen Beschaffenheit angeben.

Die räumliche Beziehung der Blätter zu ihrer Achse, dem Stengel, spricht sich aus in ihrer Anordnung an demselben oder der Blattstellung, welche stets eine augenfällige Regelmäßigkeit und bei den einzelnen Pflanzen und deren Theilen eine große Beständigkeit zeigt.

Wir unterscheiden hiebei zwei Haupttypen der Anordnung, nämlich:

1) Mehrere Blätter stehen in gleicher Höhe oder an demselben Knoten des Stengels.

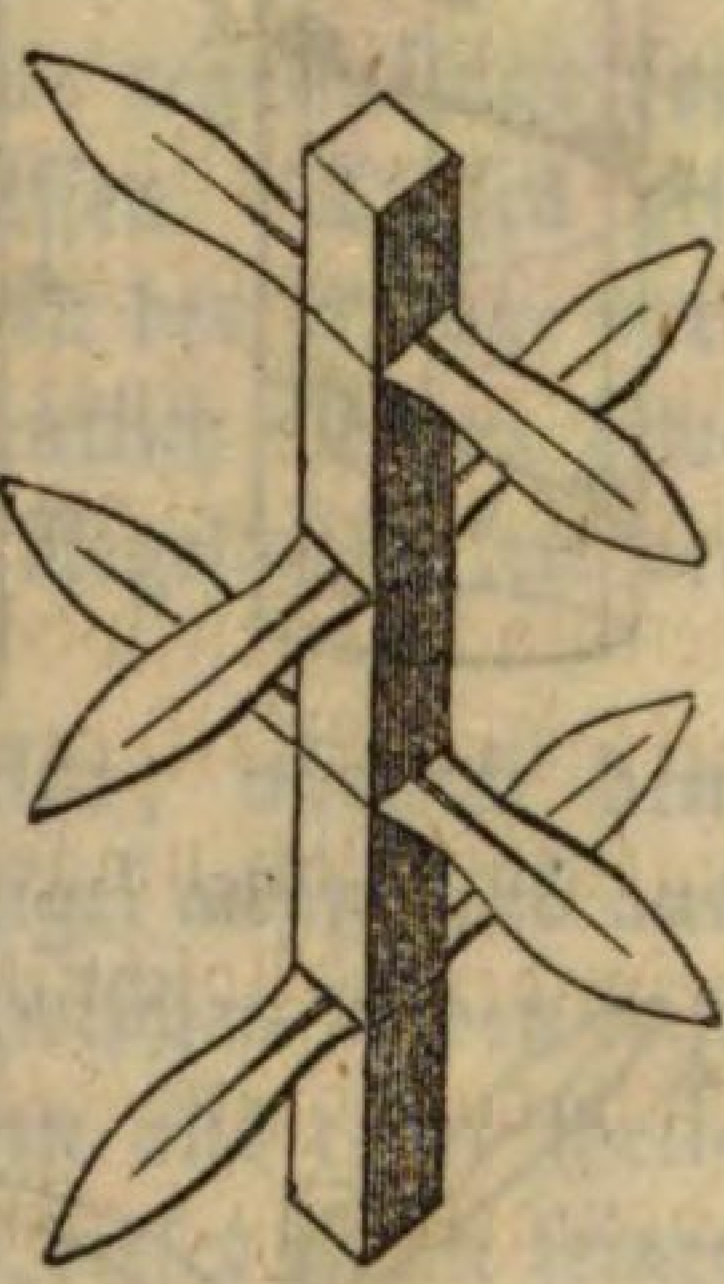
Sind deren nur zwei, so nennen wir sie: gegenüberstehend (opponirt) oder paarweise gestellt.

Mehr als zwei Blätter, auf gleicher Höhe am Stengel sitzend, bilden einen Quirl oder Wirtel, der dann je nach der Zahl seiner Theile drei- bis vielgliedrig seyn kann. Wir können diese Stellungsverhältnisse einfach durch einen Bruch bezeichnen, welcher zugleich den seitlichen Abstand der benachbarten Blätter und durch seinen Nenner die Zahl derselben im Quirl angibt. So wäre z. B. der erstangeführte Fall die ($^1/_2$)-Stellung — wobei die Klammer andeutet, daß die

Blätter auf gleicher Höhe stehen —; ($^1/_3$) bezeichnet dreizählige Quirle u. s. w.

Was die gegenseitige Stellung der einzelnen Quirle gegeneinander betrifft, so gilt als Regel, daß die Glieder des einen stets in die Zwischenräume der nächsten fallen, so daß je die andern Quirle einander in der Stellung genau entsprechen und somit der dritte, wie der erste, der vierte wie der zweite steht u. s. w., dadurch entstehen am Stengel doppelt soviel Längsreihen oder Zeilen von Blättern, als letztere in dem einzelnen Quirl vorhanden sind. So bilden sich z. B. bei gegenüberstehenden Blättern, deren Paare sich rechtwinklig kreuzen, vier Blattzeilen, wie Fig. 33. zeigt; dieser Fall ist sehr häufig und findet sich, zusammen mit einem vierkantigen Stengel, z. B. fast durchgängig bei den lippenblüthigen Pflanzen.

33.

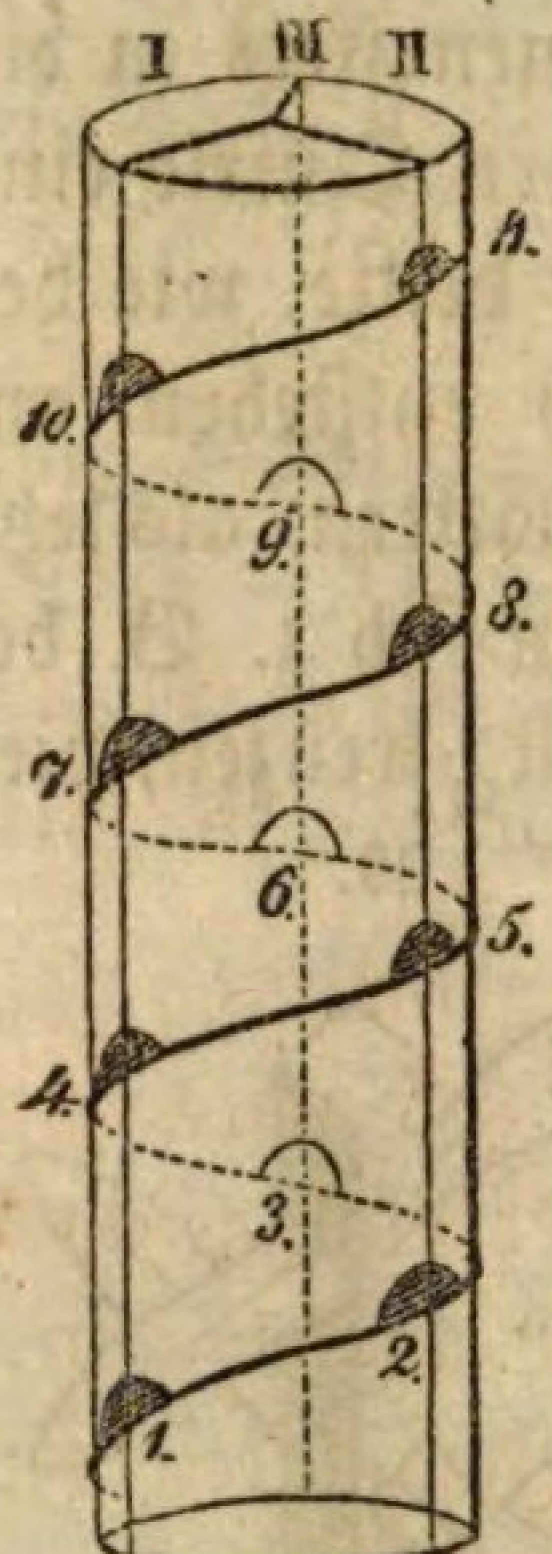


2) Wenn die Blätter nicht zu mehreren auf gleicher Höhe sitzen, sondern einzeln an den Knoten aufeinanderfolgen, so pflegt man sie zerstreut zu nennen, welcher Ausdruck aber unrichtig wäre, wenn man darunter einen regellosen Stand verstehen wollte. Die Anordnung ist auch hier höchst regelmäßig, nur eben in den complicirteren Fällen schwerer nachzuweisen; doch ist es in neuerer Zeit gelungen, auch hiefür das Gesetz und den mathematischen Ausdruck zu finden, und wir wollen versuchen, obgleich wir hier nicht in's Einzelne eingehen können, doch die Hauptmomente übersichtlich darzulegen.

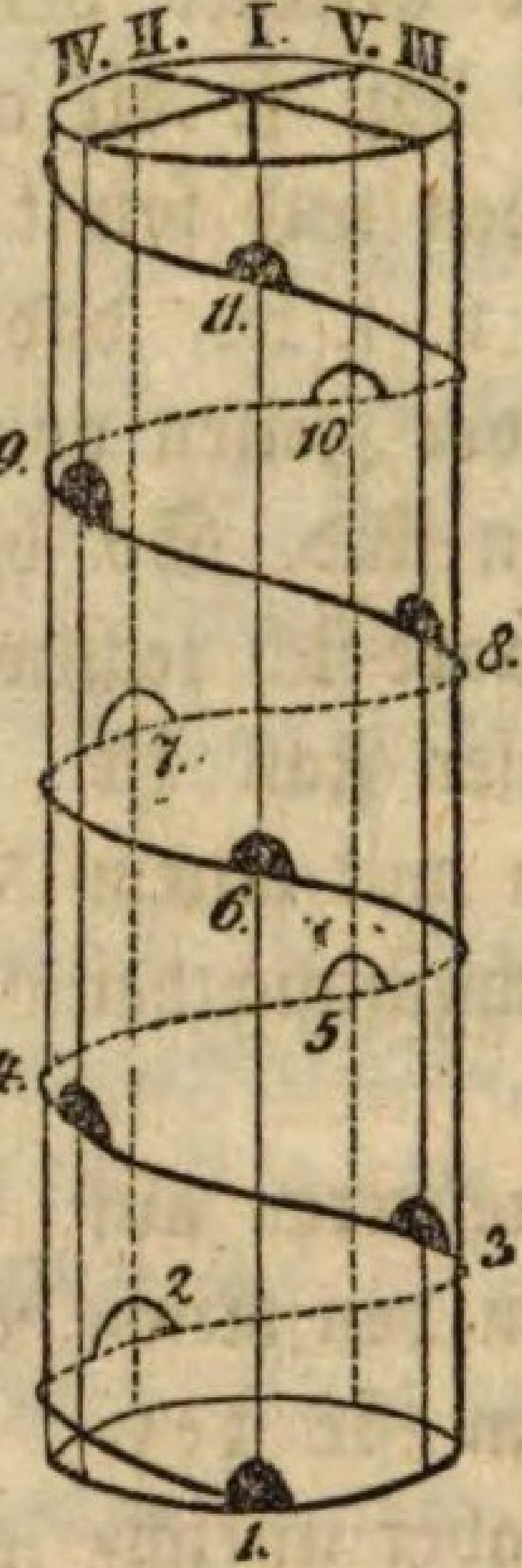
Wenn man die Anheftungsstellen solcher einzelstehender Blätter, wie sie sich von unten nach oben am Stengel folgen, durch eine Linie in Verbindung setzt, so wird diese eine um den Stengel gewundene Spirale bilden, auf welcher in gleichen Abständen die Blätter ansitzen. Man wird dabei bemerken, daß eines der Blätter — z. B. das fünfte — wieder über dem ersten (d. h. dem, wovon ich ausging, gleichviel welches) zu stehen kommt, und daß hier eine Wiederholung derselben Anordnung — oder ein neuer Umlauf oder Cyclus — beginnt, so daß in dem obigen Fall das sechste Blatt über dem zweiten, das siebente über dem dritten steht und so fort. Soviel nun in jedem Cyclus Blätter sind, soviel senkrechte Reihen oder Zeilen derselben müssen am Stengel sich bilden. Wenn ich nun diese Zahl der Cyclusglieder als Nenner ansetze, als Zähler aber die der Windungen der Spirale vom Anfang des Cyclus bis zu seinem Schluß, so drückt der so erhaltene Bruch zugleich den seitlichen Abstand je zweier auf einander folgender

Blätter aus, wie das die Anschauung der beiden umstehenden Figuren deutlich machen wird. Die erste (Fig. 34.) stellt die $1/3$ =Stellung dar; die andere (Fig. 35.) dagegen wäre: $2/5$, denn hier läuft die Spirale vom ersten bis zu dem gerade darüberstehenden sechsten Blatt zweimal um den Stengel und ich muß vom ersten bis zum zweiten, wie vom zweiten zum dritten Blatt u. s. f. stets um $2/5$ des Kreisumfanges vorschreiten. Der einfachste Fall ist der, wo der Cyclus nur zwei Blätter enthält, wie Fig. 36. zeigt, welches nach unserer Ausdrucksweise die $1/2$ Stellung wäre; gewöhnlich nennt man dieses abwechselnde (alternirende) Blätter, dergleichen z. B. die Ulme und Linde hat.

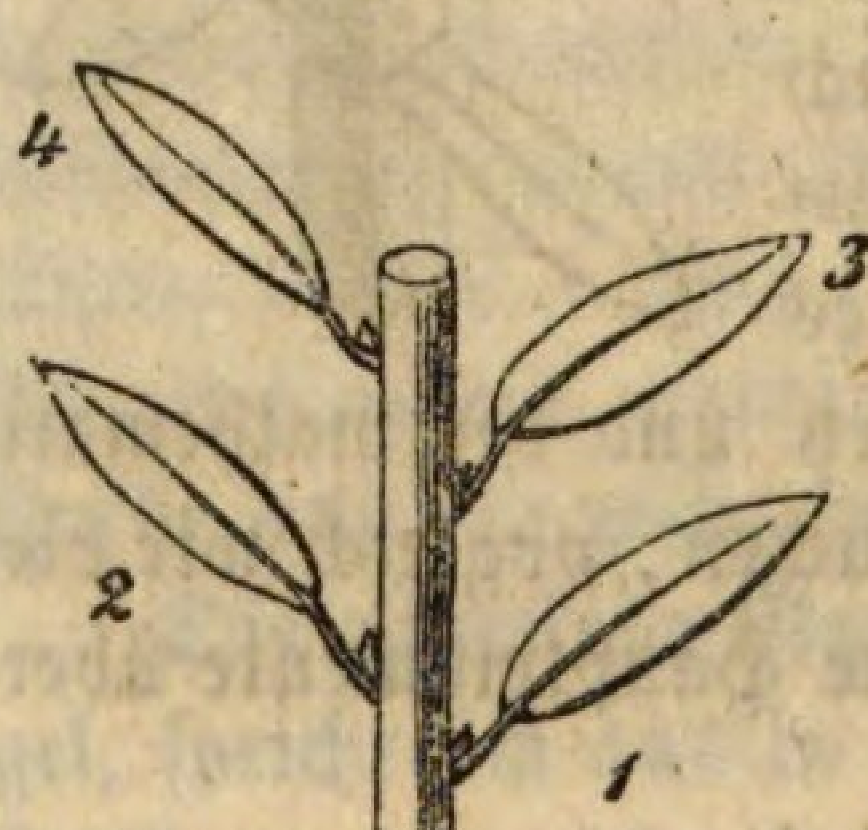
34.



35.



36.

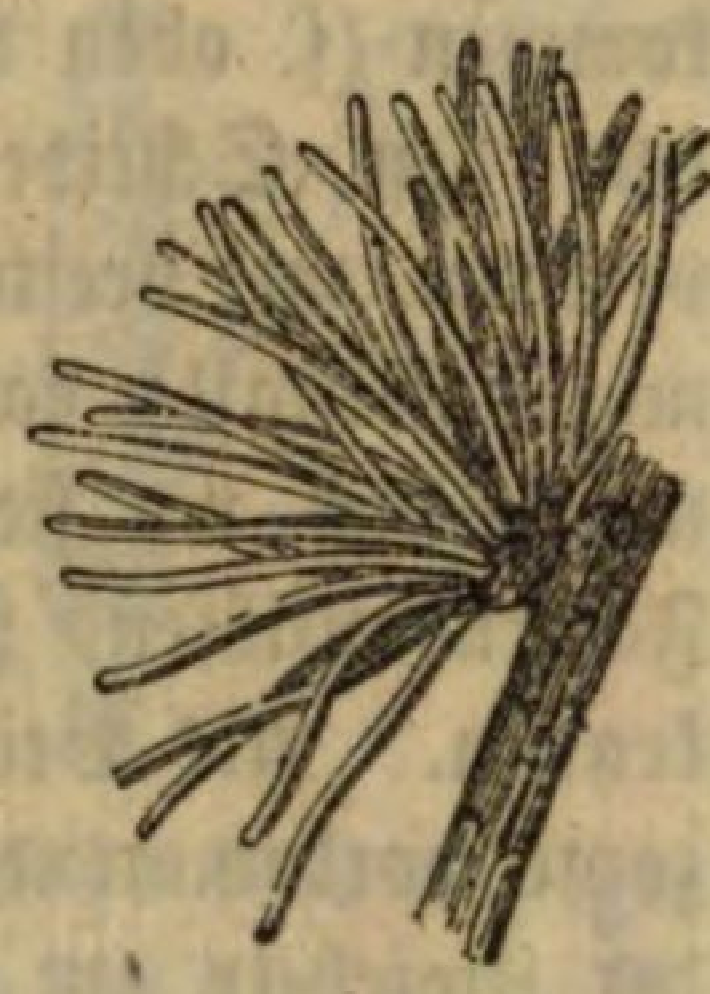


Die Beobachtung und Abzählung der in der Natur vorkommenden Blattstellungen hat nun das merkwürdige Resultat ergeben, daß nur die folgenden Stellungsverhältnisse regelmäßig vorkommen, wovon wieder die ersten, einfacheren bei weitem die häufigern sind: $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, $13/34$ u.s.w., welche Reihe die Eigenschaft hat, daß jedes Glied gleich ist der Summe der beiden vorhergehenden, daher sie beliebig fortgesetzt werden kann. Hienach kann man oft schon aus der Reihe der senkrechten Zeilen oder aus sonstigen Nebencharakteren, die sich für die beschränkte Anzahl wirklich vorkommender Fälle leicht construiren lassen, die der Blattstellung zu Grunde liegende Spirale auch dann erkennen, wenn sie sich nicht direkt verfolgen und gleichsam aufzeichnen läßt.

Es ist dieses nämlich unthunlich in den sehr häufigen Fällen, wo die Blätter sehr zahlreich sind, und dicht beisammen stehen, wie z. B. bei den Schuppen der Tannzapfen, oder wo der sie tragende Stengeltheil sehr verkürzt ist. Dann ist oft die Spirale so niedergedrückt oder flach gewunden, daß die Blätter fast quirlständig erscheinen, wie dieß unter andern bei den sternförmig angeordneten Wurzelblättern der Fall ist, welche man gewöhnlich **Blattrosen** nennt. Auch gehören hierher die **büschelförmig** stehenden Blätter; wie sie z. B. bei der

Spargel und der Lärche (Fig 37.) vorkommen; hier ist nämlich der dieselben tragende Ast zu einem Höckerchen verkürzt, so daß sie wie aus einem Puncte zu entspringen erscheinen. Oft aber verlängern sich auch die in Blattachseln stehenden Blattbüschel später wirklich zu Aesten, die alsdann deutlich die Blattspirale erkennen lassen.

37.



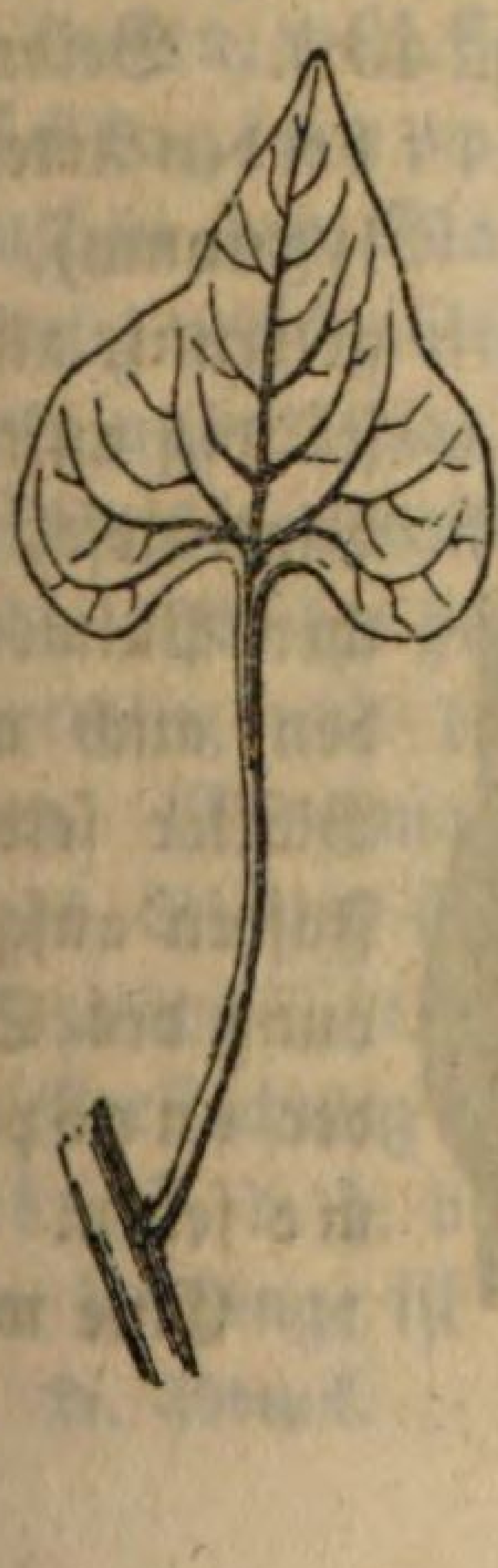
Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß die Blätter stets regelmäßig, entweder in Quirlen oder in Spiralen angeordnet sind. Hieraus aber folgt, daß auch die Aeste, welche je aus Knospen sich entwickeln, die in den Blattachseln stehen, ebenfalls eine regelmäßige von der Blattstellung abhängige Anordnung haben müssen. Dieses gilt freilich nur mit der Beschränkung, daß nicht alle in der Anlage vorhandene Nebenachsen sich ausbilden, und daß, namentlich an den älteren Theilen, durch äußere, zufällige Einflüsse die Regelmäßigkeit der Verzweigung oft erheblich beeinträchtigt wird.

Das Blatt besteht wesentlich aus zwei Theilen, nämlich dem Scheidentheil (Fig. 38. a), womit es am Stengel ansitzt und aus der flächenartig entwickelten Blattspreite (b); zwischen beiden tritt in vielen Fällen der Blattstiel (c) auf, entstanden aus einer theilweisen Zusammenziehung des Scheidentheils, oder dieser ist in seiner ganzen Länge zum Blattstiel verschmälert (Fig. 39.); solche Blätter heißen gestielt — im Gegensatz zu den sitzenden (Fig. 40.), wenn nämlich die Ausbreitung der Blattfläche schon gleich am Stengel beginnt.

38.



39.



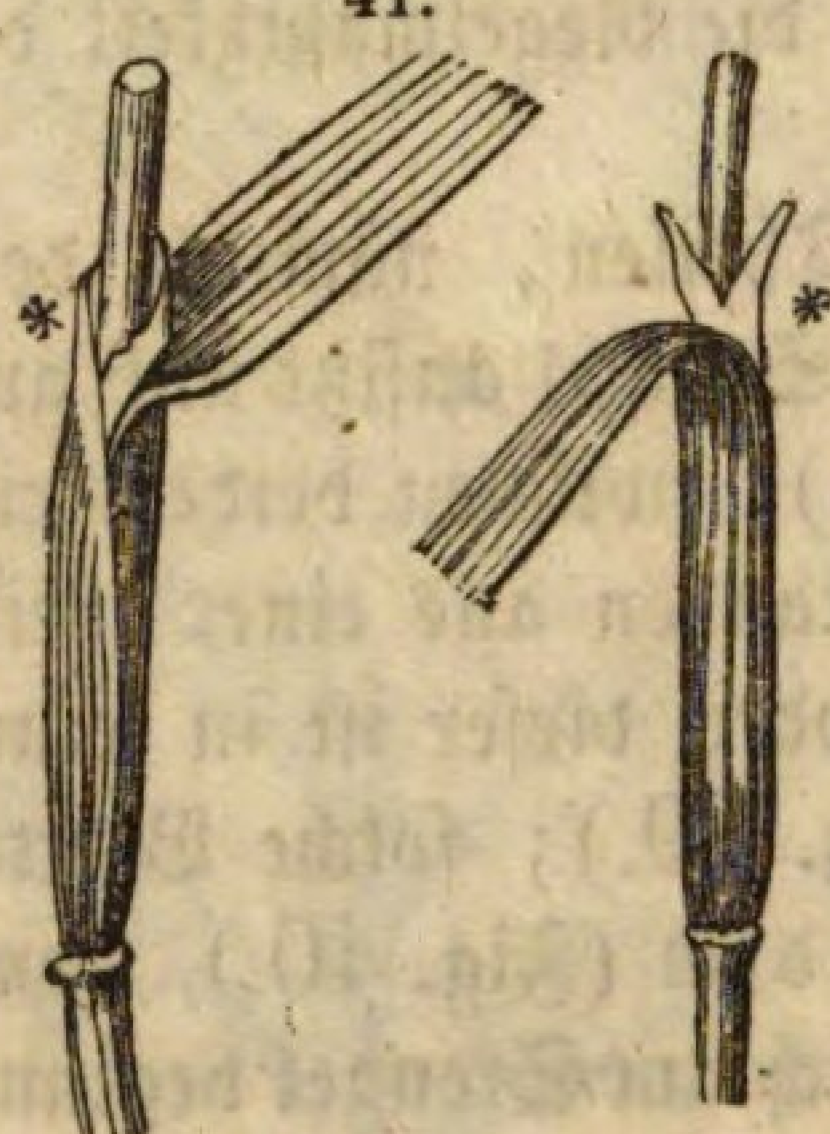
40.



Die einfachste Blattbildung ist die der sogenannten *Niederblätter*, wie sie an der Mehrzahl der unterirdischen Stengelformen vorkommen (s. oben die Abbildungen von solchen). Sie stellen eigentlich nur den Scheidentheil unausgebildeter Blätter vor, und sind daher verkürzt, mit breiter Basis ansitzend, von schuppen= oder scheidenförmiger Gestalt; dabei entbehren sie meist der grünen Farbe und sind, namentlich wo sie eine fleischige Beschaffenheit annehmen oder sich in Fasern auflösen, fast nur noch an ihrer Stellung als Blätter zu erkennen. Als Beispiel führen wir außer den an den Knoten der Rhizome vorkommenden Niederblättern auch die Schuppen und Schalen der Zwiebeln an, welche nach der oben gegebenen Erklärung durchaus hierher zu rechnen sind.

Eine *Blattscheide* schreiben wir denjenigen Blättern zu, deren verflachter Scheidentheil den Grund des Stengelglieds mehr oder weniger vollständig umgibt. So zeigen es z. B. die *Gräser* (Fig. 41.),

41.



deren am Knoten ansitzende Blattscheide den Halm eine Strecke weit als eine, nach vorn gespaltene Röhre umgibt; da wo sie in die Blattfläche übergeht, befindet sich meistens ein kurzer zarthäutiger Fortsatz (*), welcher bald einfach, bald gespalten oder in haarartige Franzen zerschlitzt ist, und *Blatthäuschen* genannt wird.

Bei den Riedgräsern und Binsen bildet die Blattscheide durch Verwachsung ihrer Ränder eine geschlossene Röhre (Fig. 42.); bei den Doldenpflanzen erscheint sie oft buchtig aufgetrieben (Fig. 43.). Besonders ausgebildet ist sie

42.



43.



bei den Arten des *Knöterich* (Polygonum), wo sie vom Blattstiel getrennt, also gewissermaßen selbstständig auftritt; man nennt sie hier Blattstiefel (Fig. 44.). Bei manchen Palmen bleiben die Blattscheiden auch nach dem Abfallen der Blätter selbst stehen und bilden in Fasern aufgelöst eine dichte Bekleidung des Stockes, wie wir das an der *europäischen Zwergpalme* sehen.

Eine weitere Stufe der Ausbil=

44.



dung des Scheidentheils der Blätter stellen die sogenannten **Nebenblätter** dar; so nennt man nämlich die blattartigen Läppchen oder Anhänge, welche häufig beiderseits am Grunde des Blattstiels sich finden und die offenbar aus den Seitentheilen der Scheide entstanden sind; darauf weist auch ihre stets paarweise Stellung und hälftige Gestalt zurück. Noch ungetrennt vom Grunde des Blattstiels (oder wie man gewöhnlich sagt, ihm **angewachsen**) sind sie bei der **Rose** (Fig. 45.), mehr oder weniger frei und selbstständig ausgebildet bei den **Hülsenpflanzen** (z. B. Fig. 46.); bei der **gemeinen Erbse** erscheinen sie sogar umfänglicher als das Blatt selbst; die des **Stiefmütterchen** (**Viola tricolor**) sind getheilt, indeß das Blatt einfach ist. Oft sind die Nebenblätter nur in der ersten Entwickelungsperiode vorhanden und fehlen daher den älteren Theilen der Pflanzen; solche **hinfällige Nebenblätter** haben unter andern auch die Eiche und Buche; sie sind schmal, dünnhäutig und heißen, weil sie während der Entwickelung der Triebe abfallen: **Ausschlagschuppen**.

45.



46.

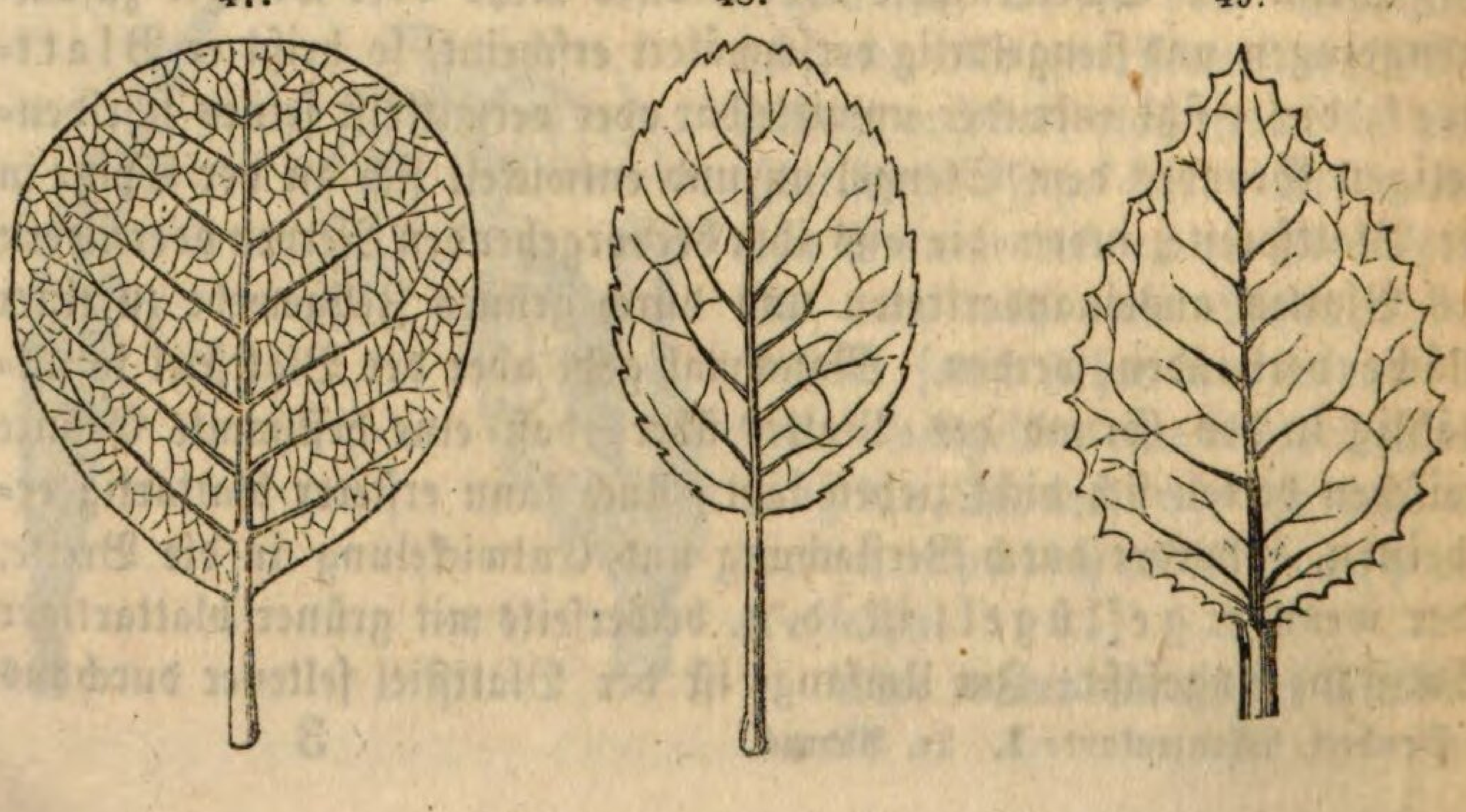


Wenn der Scheidentheil des Blattes mehr oder weniger zusammengezogen und stengelartig verschmälert erscheint, so heißt er **Blattstiel**; dieser sitzt entweder unmittelbar oder vermittelst seines scheidenartigen Grundes dem Stengel an und entwickelt sich an der Spitze in die Blattspreite, indem die aus ihm hervorgehenden Nerven oder Adern des Blattes auseinandertreten und durch grünes Zellgewebe zu einer Fläche verbunden werden. Manchmal geht aber der Blattstiel so allmählig in den Grund des Blattes über, daß eine bestimmte Gränze zwischen beiden sich nicht ziehen läßt. Auch kann ersterer blattartig erscheinen, entweder durch Verflachung und Entwickelung in die Breite, oder wenn er **geflügelt** ist, d. h. beiderseits mit grüner blattartiger Substanz eingefaßt. Im Umfange ist der Blattstiel seltener durchaus

stielrund, sondern häufig obenher verflacht oder rinnenförmig vertieft, was eben auf die Art seiner Entstehung zurückweist. Eigenthümlich ist seine Bildung bei der **Zitterpappel**, indem er am Grunde von oben nach unten, gegen die Spitze zu aber seitlich zusammengedrückt ist, wodurch eben die sprichwörtliche Beweglichkeit der Blätter dieser Pflanze bedingt ist. Die Länge des Blattstiels zeigt sich in allen Zwischenstufen von der manchmal das Blatt selbst übertreffenden Entwickelung bis zum gänzlichen Verschwinden bei den sitzenden Blättern, und sind die Uebergänge nicht selten selbst an der nämlichen Pflanze aufzuweisen, indem die Länge der Blattstiele von unten nach oben stufenweise abnimmt. Uebrigens ist bei den sogenannten sitzenden Blättern nicht sowohl ein gänzliches Verschwinden des Scheidentheils anzunehmen, als vielmehr, wenigstens in vielen Fällen, ein Anwachsen an den Stengel; wenn hiebei auch der angewachsene Theil mit einem blattartigen Rande versehen ist, so nennt man die Blätter **herablaufend**; der Stengel aber, der mit solchen herablaufenden Blatträndern besetzt ist, heißt: geflügelt.

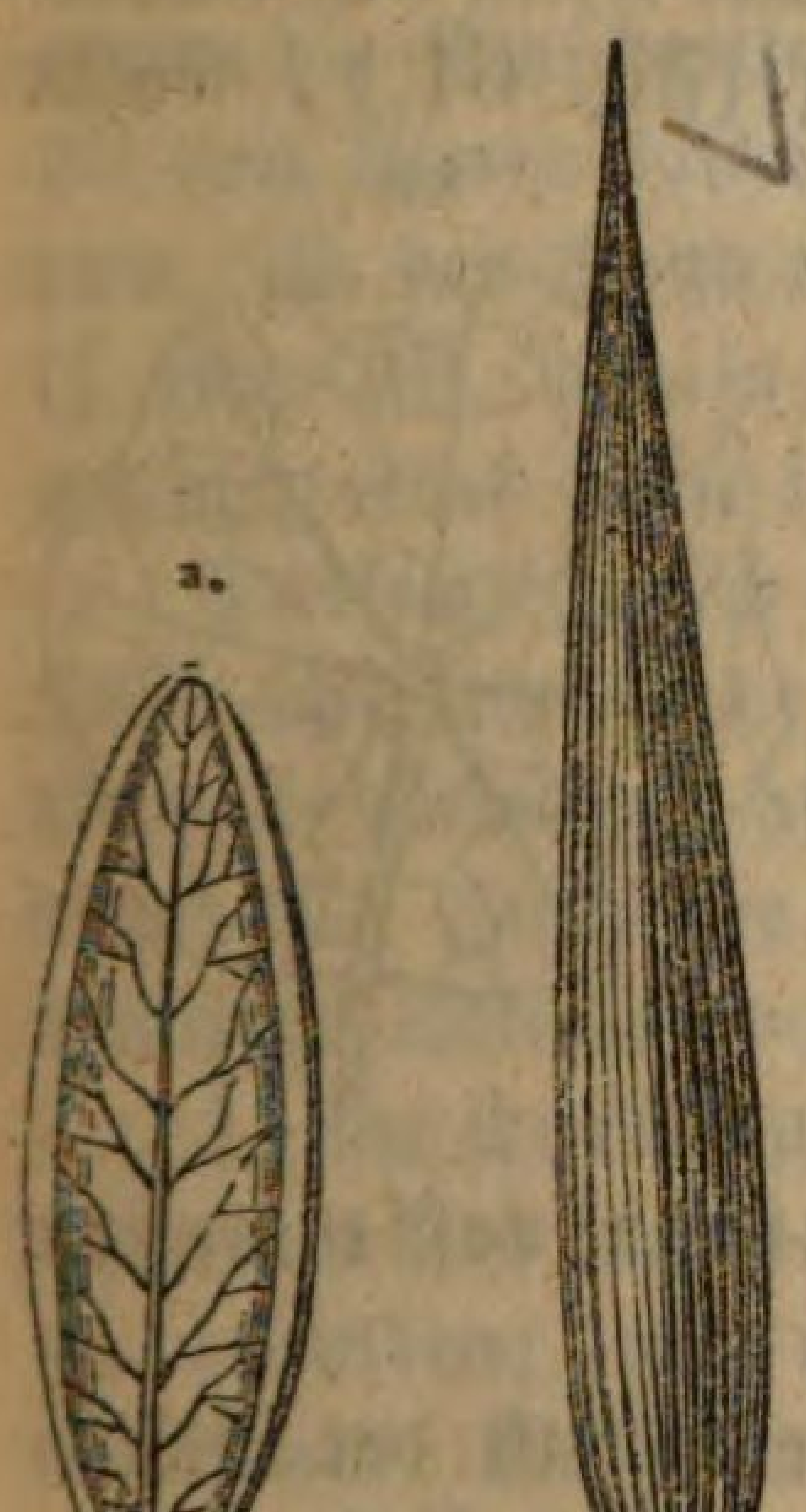
Die **Blattspreite**, auch wohl, weil sie in den meisten Fällen vor den andern Theilen weitaus vorwiegt, schlechtweg „Blatt" genannt, erscheint zunächst **einfach**, d. h. als eine ungetheilte, nicht erheblich eingeschnittene Fläche.

In ihrem **Gesammtumriß** sind die einfachen Blätter seltener durch gerade Ränder begränzt — wie z. B. die rautenförmigen und manche dreiseitige — sondern meist sind sie von bogig-geschwungenen Linien eingeschlossen. Dabei zeigen sich vorzugsweise solche Formen, die aus der kreisrunden durch stufenweises Vorwiegen der Längenrichtung hervorgehen; die bemerkenswerthesten hievon sind: die **rundliche** (Fig. 47.), die **elliptische**, die **ovale** (Fig. 48.), die **eiförmige** (Fig. 49.)



und *verkehrt eiförmige* (Fig. 52.), die *lanzetförmige* (Fig. 50.) und endlich die ganz verschmälerte *linienförmige* (Fig. 51.) Blattform. — Ist das Blatt an seiner *Basis*, d. h. an dem dem Stengel zunächstliegenden Theil allmählig verschmälert, so nennt man es *keilförmig* (Fig. 52. 53.) zulaufend, wo dann oft die Gränze zwischen Blattstiel und Blattfläche sich nicht mehr genau bestimmen läßt; oder aber es ist am Grunde *abgerundet* (s. Fig. 48. 49.) oder *abgestutzt*. Wenn die Basis, wie das sehr häufig geschieht, eine Ausbuchtung hat, so entstehen folgende Blattformen: die *herzförmige* (s. Fig. 39. 54.), bei der die Lappen gerundet, der Ausschnitt selbst aber bogig oder winkelig ist; die *nierenförmige* (Fig. 55.) mit breitem Bogen und gerundeten Seitenlappen; die *pfeil*- (Fig. 56.) und *spießförmige* (Fig. 57.) mit spitzwinklichem Einschnitt und mit spitzen Lappen, die aber im letzteren Falle nach außen abstehen.

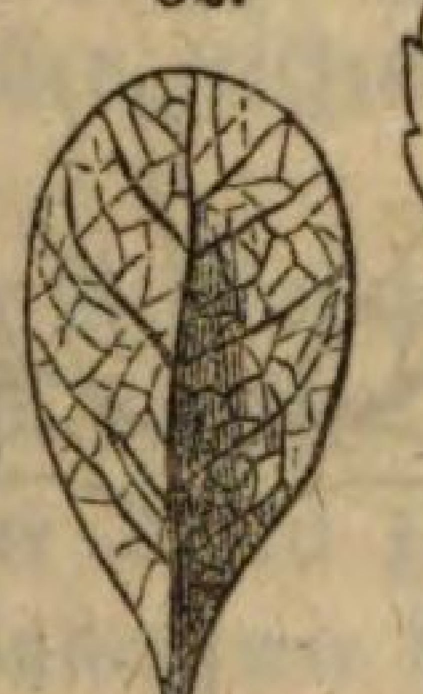
50.



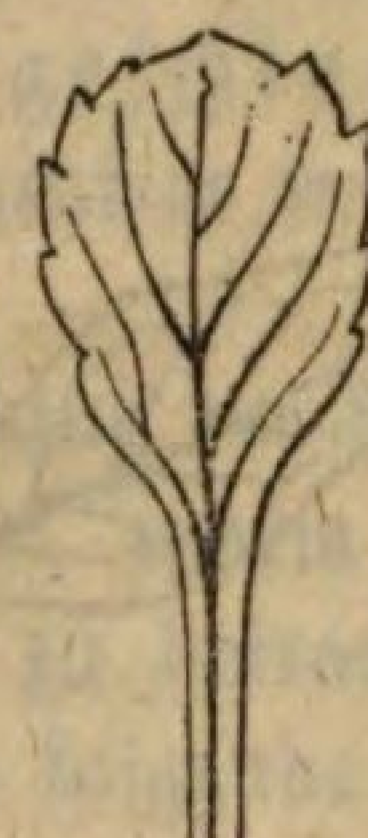
51.



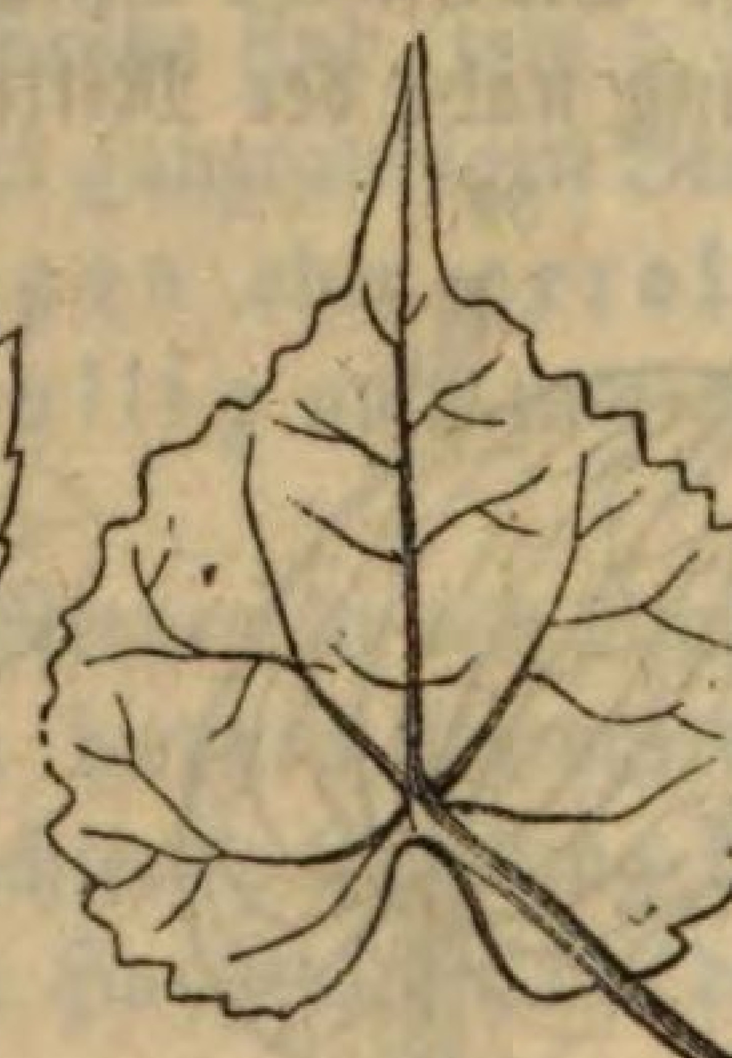
52.



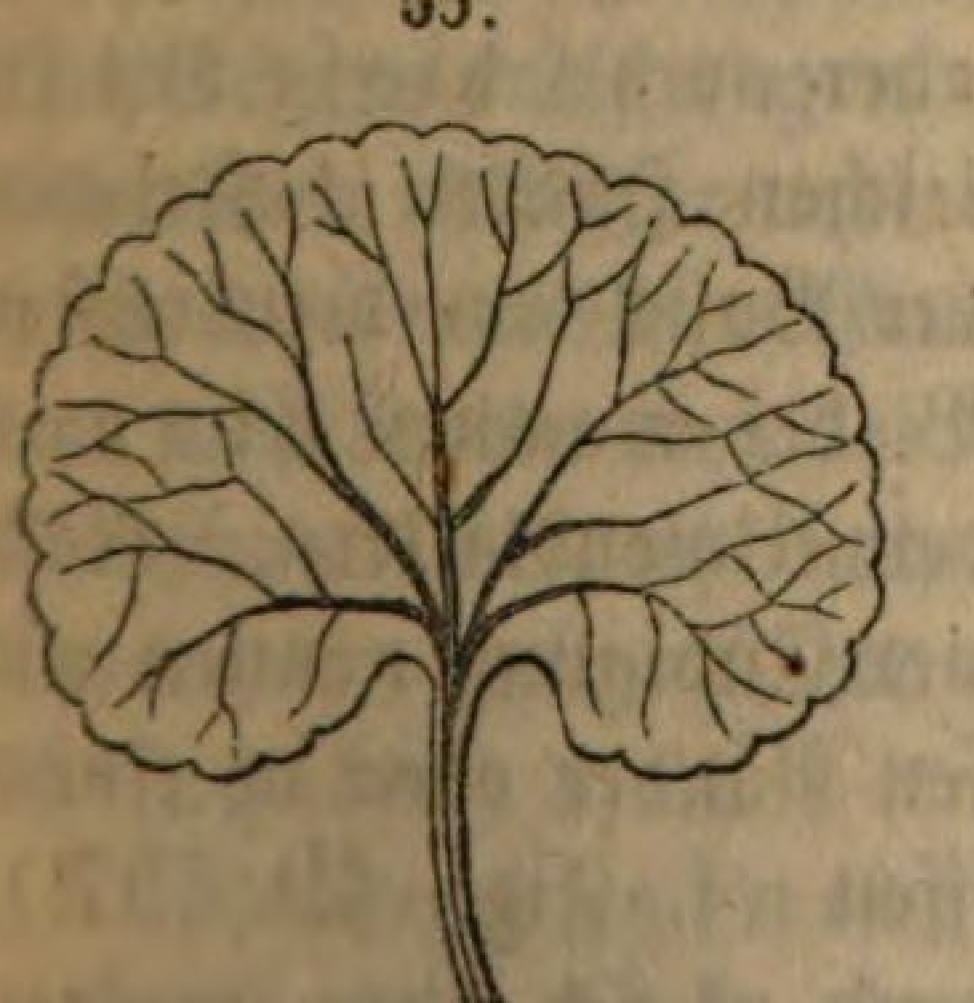
53.



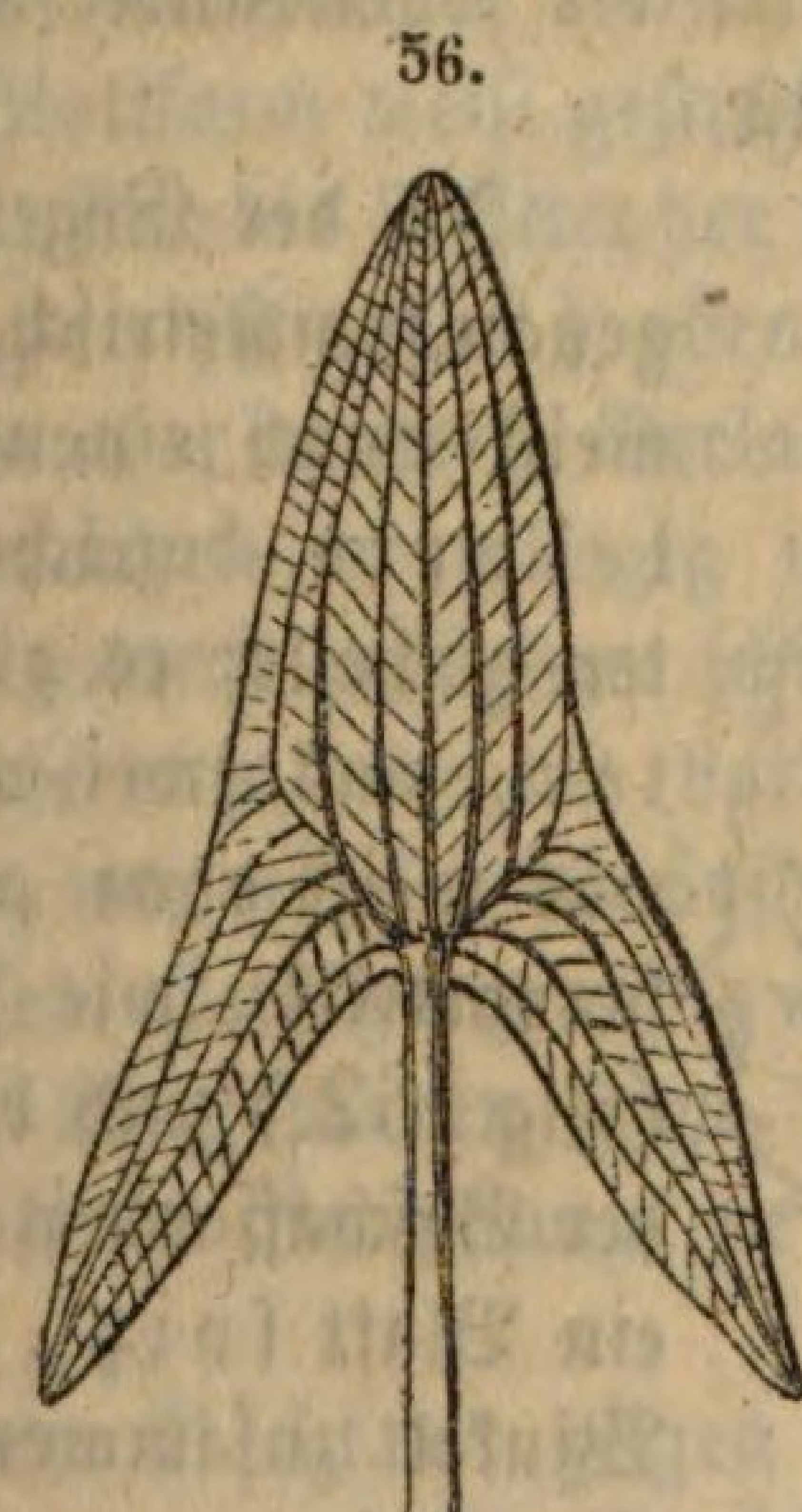
54.



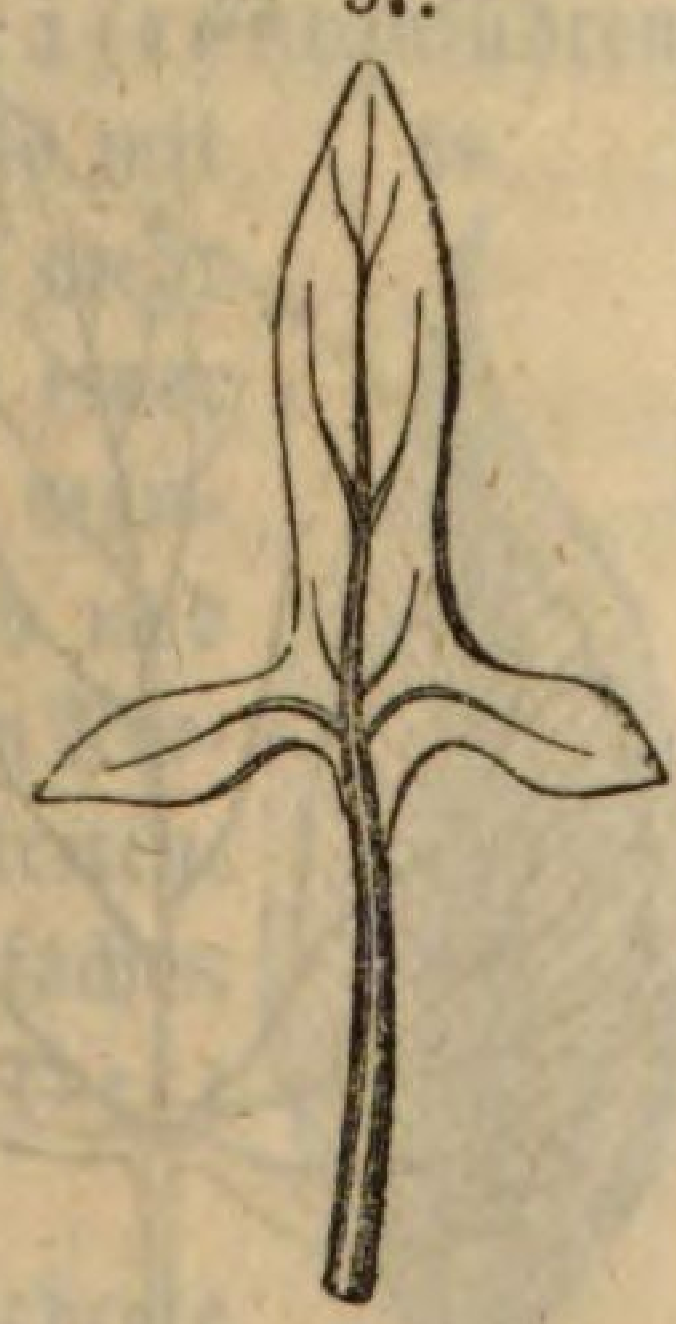
55.



56.



57.



Wenn solche am Grunde ausgeschnittene Blätter sitzend, d. h. ungestielt sind, so müssen ihre Lappen beiderseits den Stengelumfang mehr oder weniger umgeben, wonach sie, wie überhaupt die sitzenden Blätter, je nach der Ausdehnung ihrer Basis halb- oder ganz stengelumfassend (Fig. 58.) heißen. Verwachsen nun in einem solchen Fall die beiden Lappen des Grundes vorn wieder untereinander, so erscheint die Blattfläche wie vom Stengel durchbohrt und heißt durchwachsen (Fig. 59.). Davon sind die am Grunde verwachsenen Blattpaare zu unterscheiden, wie sie sich z. B. bei'm Geisblatt finden (Fig. 60.). Verschmelzen dagegen die beiden Lappen des Blattgrundes bei einem gestielten Blatte, so entsteht der Anschein, als wenn der Blattstiel sich von unten her in einem Winkel der Blattfläche einfügte, und das Blatt heißt, zumal wenn die Anhaftung nahe der Mitte stattfindet, schildförmig (Fig. 61.), wofür

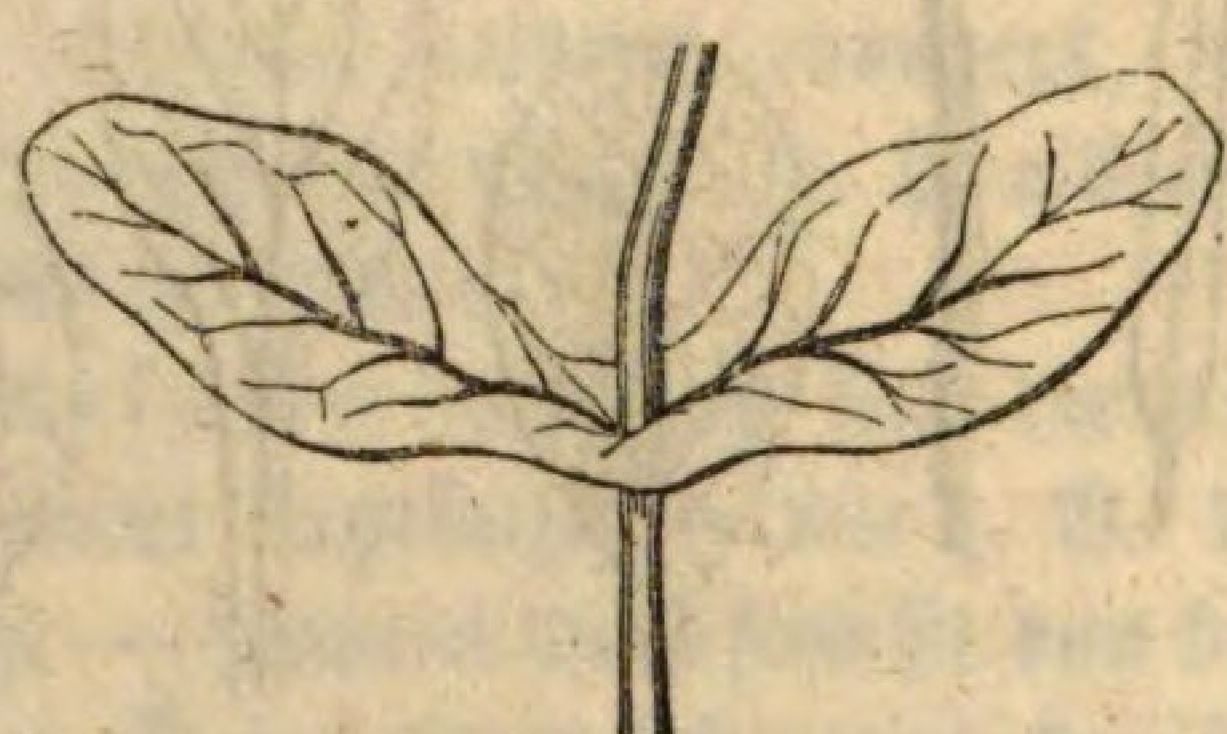
58.



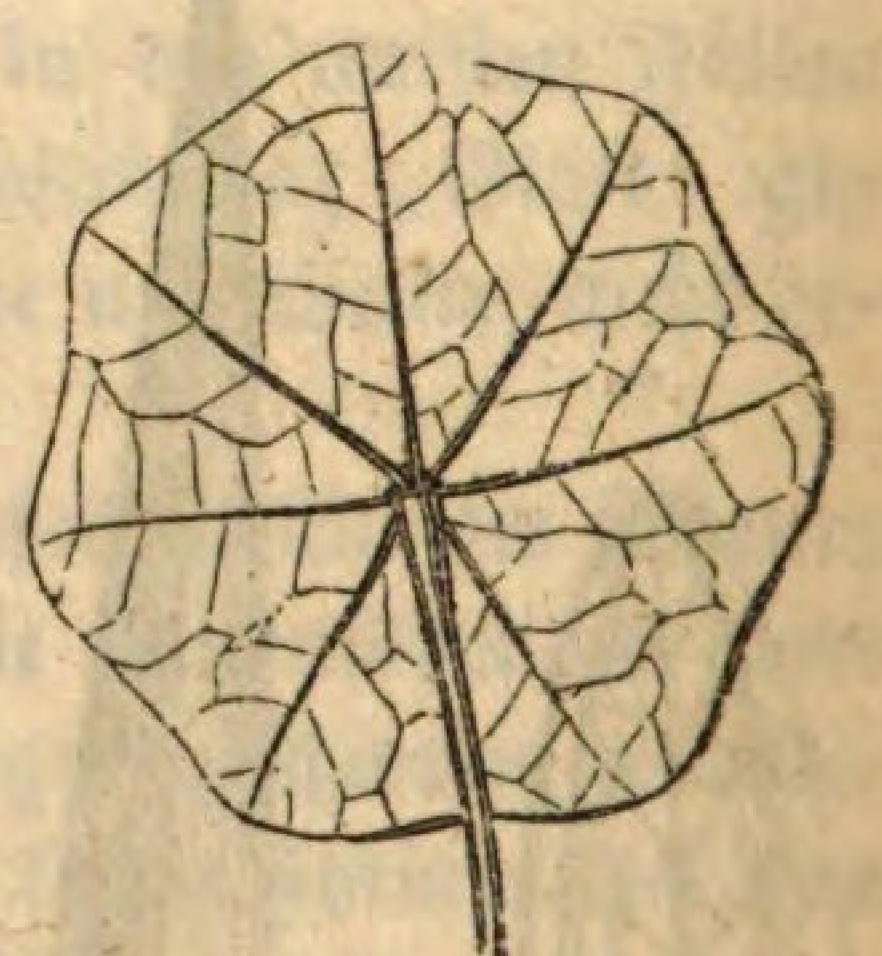
59.



60.

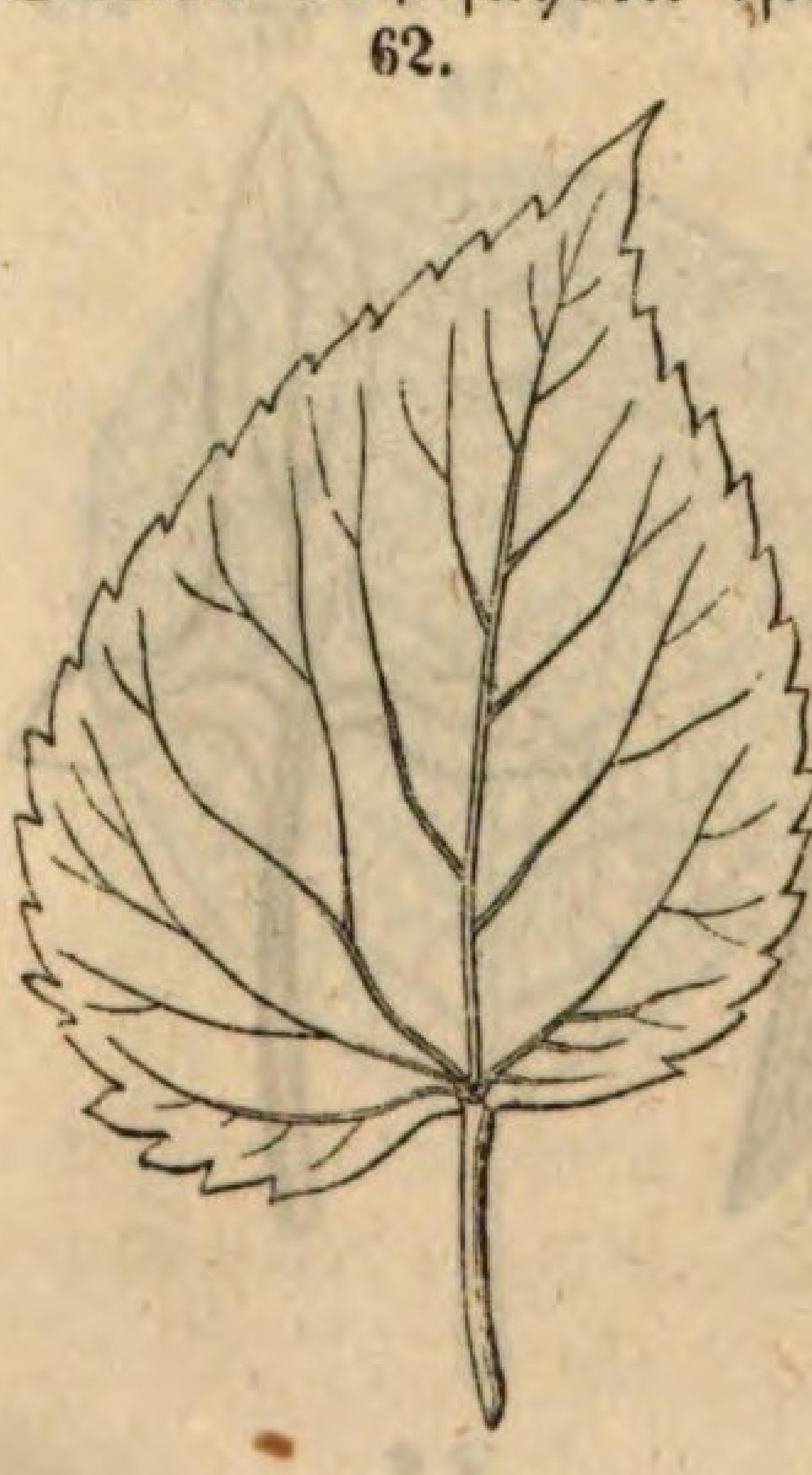


61.



als bekanntes Beispiel die sogenannte Kapuzinerkresse unserer Gärten anzuführen ist.

62.



In der Regel ist die Gestalt der Blätter genau symmetrisch, d. h. nach einer Linie, welche meist durch einen stärkeren Nerv, den Mittelnerv, bezeichnet wird, in zwei gleiche Hälften getheilt; es gibt aber auch schiefe Blätter, aus zwei ungleichen Hälften bestehend, was meist oben an der Basis am deutlichsten hervortritt, wie z. B. bei manchen Linden (Fig. 62.) und bei den Ulmenblättern. Nach der Beschaffenheit seiner Endigung nennen wir ein Blatt spitz, dessen Ränder oben in einem Winkel zusammentreffen (s. Fig. 49. 57.), stumpf dagegen, wenn es sich oben in einer

Bogenlinie abrundet (s. Fig. 48. 58.), und ist es hier durch einen geraden Rand quer abgeschnitten, abgestutzt (Fig. 63.). Zugespitzt heißt eine Blattfläche, deren oberes Ende in eine verschmälerte vorgezogene Spitze ausläuft (s. Fig. 50. b. 54.); entspringt eine solche plötzlich aus einer geraden oder bogigen Randlinie, so heißt sie aufgesetzt (s. Fig. 63.). Gleich dem Grunde des Blattes kann auch seine obere Endigung ausgebuchtet seyn, was jedoch hier weit seltener vorkommt; so entsteht die verkehrt herzförmige, oder wenn der Einschnitt spitzwinkelig ist, die ausgerandete Form.

63.



Nach der Beschaffenheit des Randes sind die Blätter entweder ganzrandig (s. Fig. 47. 56.) oder gekerbt (s. Fig. 55.), gezähnt (Fig. 49.), gesägt (s. Fig. 48. 62.); in dem letzten Fall sind die Spitzen der Sägezähne stets gegen die Blattspitze gerichtet. Doppelt-gesägt (-gezähnt u. s. w.) heißt die Blattwand dann, wenn die Einschnitte abwechselnd von ungleicher Größe sind, wie z. B. bei den Ulmenblättern. Manchmal — besonders bei ganzrandigen Blättern, ist der Rand nach unten zurückgeschlagen oder gerollt (s. Fig. 50. a.); in andern Fällen erscheint er wollig auf- und abgebogen oder selbst kraus.

Endlich ist noch die Art der Vertheilung der Nerven in der Blattfläche oder ihre Berippung zu beachten, indem hiedurch sowohl die Gestalt derselben, als auch ihre unten zu betrachtende Theilung bedingt ist. In dieser Hinsicht können wir folgende Haupttypen bei den Blättern unterscheiden:

1) die streifennervigen, deren Nerven alle einfach, d. h. unverzweigt sind und parallel nebeneinander verlaufen, ohne sich seitlich zu verbinden; dabei ist die Blattform meist gestreckt und der Rand stets ungetheilt. Als Beispiel hiefür sind die Blätter der Gräser anzuführen.

2) Die bogennervigen (Fig. 64.), ebenfalls mit unverzweigten Nerven, welche aber in ihrem Verlaufe mehr oder weniger auseinander weichen oder bogig von einer Mittelrippe entspringen. Hiedurch entstehen schon mannichfachere Blattformen, welche aber, wie die vorigen und meist aus demselben Grunde, weil nämlich die äußeren Nerven dem Rande parallel laufen, stets ganzrandig auftreten. Manchmal werden auch die Längsnerven von einfachen Queradern gekreuzt, wo dann die Berippung gegittert (s. Fig. 56.) heißt.

64.



3) Die handnervigen Blätter zeigen mehrere nahezu gleich starke Hauptnerven, welche strahlenförmig

aus Einem Punkte, nämlich der Eintrittsstelle des Blattstieles entspringen (s. Fig. 55. 61.). In ihrem weitern Verlauf sind sie verzweigt, wie bei den folgenden:

4) Den fiedernervigen (s. Figur 47. 48.); hier entspringen beiderseits aus einem Mittelnerven im Winkel die Seitenrippen, wie sie wegen ihrer Stellung mit Recht genannt werden; wenn hiebei das unterste, in der Nähe des Grundes entspringende Paar besonders stark entwickelt ist, so heißt das Blatt dreinervig (Fig 65.), ein Fall, der offenbar den Uebergang zwischen den hand- und fiedernervigen Blättern andeutet. Beide stimmen aber ferner in dem wesentlichen Kennzeichen überein, daß ihre Nerven sich durch gabelige Theilung oder winkelige Verästelung mehrfach verzweigen, und daß diese Verzweigungen seitlich unter einander zusammenmünden (anastomosiren), wodurch ein netzförmiges Gewebe der Nerven entsteht, welches namentlich auf der untern Seite des Blattes, wo die Adern stärker hervorzutreten pflegen, oder bei durchfallendem Lichte deutlich ist. Wo dasselbe besonders augenfällig erscheint, wie z. B. in Fig. 47. und 52., da heißt das Blatt netzaderig.

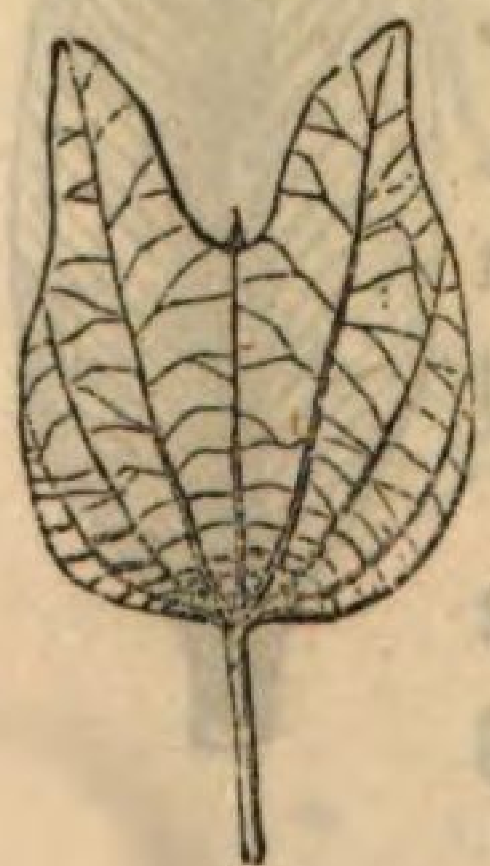
65.



Die Nerven und Adern, deren Vertheilung wir im Vorigen betrachtet haben, bilden, indem sie sich in einer Fläche ausbreiten, das Gerüste oder Gerippe des Blattes, dessen Zwischenräume dann mit hautartig verbreitetem grünen Zellgewebe (Parenchym) ausgefüllt sind. So entsteht die Blattspreite, welche bei den bisher betrachteten einfachen Blättern eine continuirliche Fläche darstellt. Häufig jedoch ist die Ausfüllung der Zwischenräume nicht ganz vollständig, sondern das Blatt ist entweder getheilt in mehrere am Grunde untereinander zusammenhängende Abschnitte, oder zusammengesetzt aus einzelnen blattartigen Ausbreitungen, die sich nicht unmittelbar berühren, sondern nur durch zwischenlaufende Nerven verbunden sind.

Betrachten wir zuerst die Theilung der Blätter, so ergeben sich hiefür, je nachdem die Trennung mehr oder weniger tief zwischen den Nerven in die Blattfläche eindringt, verschiedene Bezeichnungen; lappig heißt das Blatt, wenn dieselbe nicht bis zur Hälfte geht, spaltig, wenn sie bis etwa zur Hälfte, und theilig, wenn sie bis fast zum Grunde sich erstreckt. Diese verschiedenen Grade der Theilung können nun sowohl bei hand- als bei fiedernervigen Blättern eintreten; hiedurch entsteht eine ganze Reihe von Blattformen, wovon die bezeichnendsten in den folgenden Figuren dargestellt sind. Zunächst sehen wir handförmig getheilte Blätter (Fig. 66—70.);

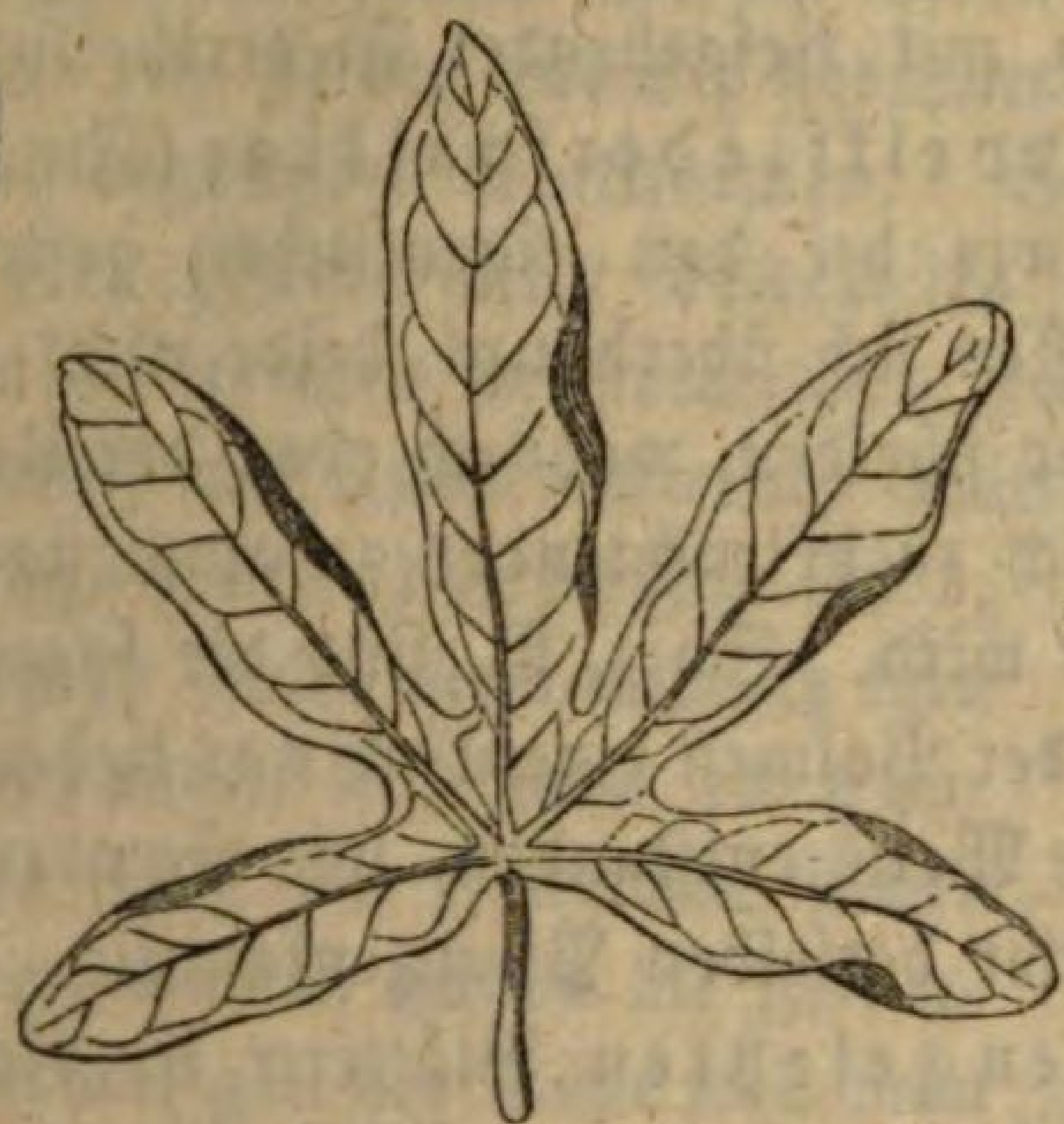
66.



67.



68.

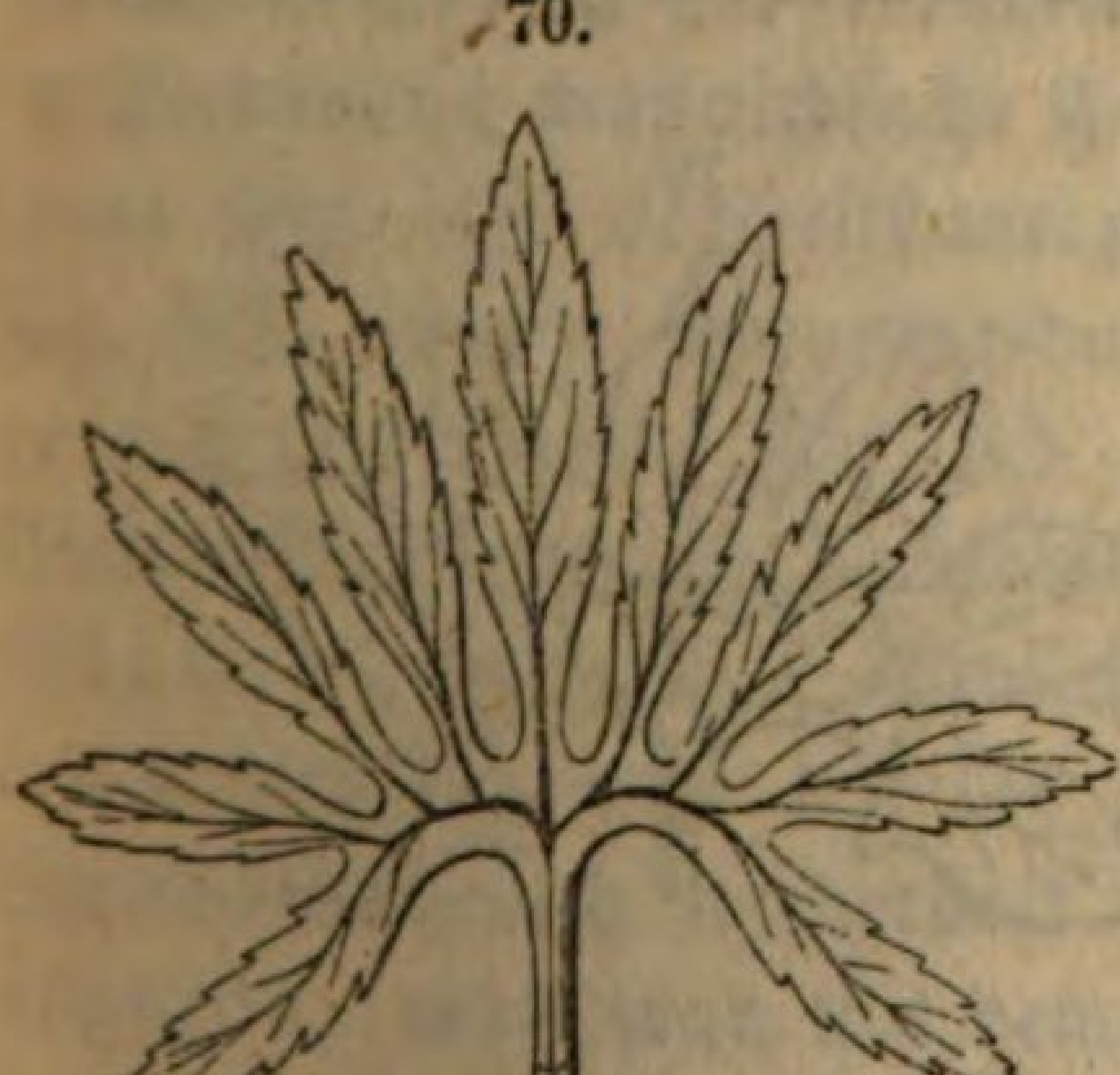


69.



und zwar ein *dreilappiges* (Fig. 67.), ein *fünftheiliges* (Fig. 68.) und ein *neunspaltiges* (Fig. 69.). Die Zahl der Abschnitte pflegt durchgängig ungerad zu seyn, weil auch hier meist ein Mittelnerv als gerade Fortsetzung des Blattstiels und ihm entsprechend ein Mittellappen vorhanden ist. Aus diesem Grunde sind zweilappige Blätter, wie Fig. 66. eins vorstellt, verhältnißmäßig selten. Handförmig-vieltheilige Blätter sind auch die sogenannten Fächerblätter der Palmen, deren Theilung durch ein bei der Entfaltung geschehenes Einreißen der Blattfläche in mehr oder weniger tiefgeschlitzte Zipfel entsteht. Die *fußförmige* Theilung, wie sie die untenstehende Fig. 70. — von der *Nießwurz* — darstellt, ist nur eine Modification der handförmigen. — Das fiedernervige Blatt heißt bei dem geringsten Grade der Theilung *fiederlappig*, und wenn hiebei sowohl die Lappen, als die Einschnitte gerundet sind: *buchtig*, wie in dem bekannten Beispiel des Eichenblattes. Hierauf folgen dann die *fiederspaltigen* (Fig. 71.) und *fiedertheiligen* Blätter (Fig. 72.), welche bei vorwiegender Größe des Endabschnittes als *leyerförmig* (Fig. 73.)

70.



71.



72.



73.



74.



bezeichnet werden. Die weiteren Combinationen der Formen mit tiefgehender Fiedertheilung, wie z. B. das *doppeltfiederspaltige* (Fig. 74.), sind dieselben wie bei den eigentlichen gefiederten Blättern und lassen sich überhaupt beide nicht wohl scharf von einander scheiden, wodurch eben der Uebergang zu den schließlich zu betrachtenden zusammengesetzten Blättern gebildet wird. So z. B. sind die sogenannten Fiederblätter der Palmen eigentlich nur tief fiedertheilige, auf ähnliche Weise entstanden, wie die oben erwähnten Fächerblätter derselben Pflanzenfamilie.

Bei den *zusammengesetzten* Blättern ist die Blattspreite in vollkommen von einander gesonderte Abschnitte zerfallen, welche *Theilblättchen* heißen; oft sind dieselben von stielartigen Nerventheilen getragen und manchmal sogar an deren Grund mit besonderen *Nebenblättchen* versehen; auch treten sie in gewissen Fällen dadurch gewissermaßen selbstständig auf, daß sie von ihrem Blattstiel sich vor dessen Abfallen trennen.

75.



76.

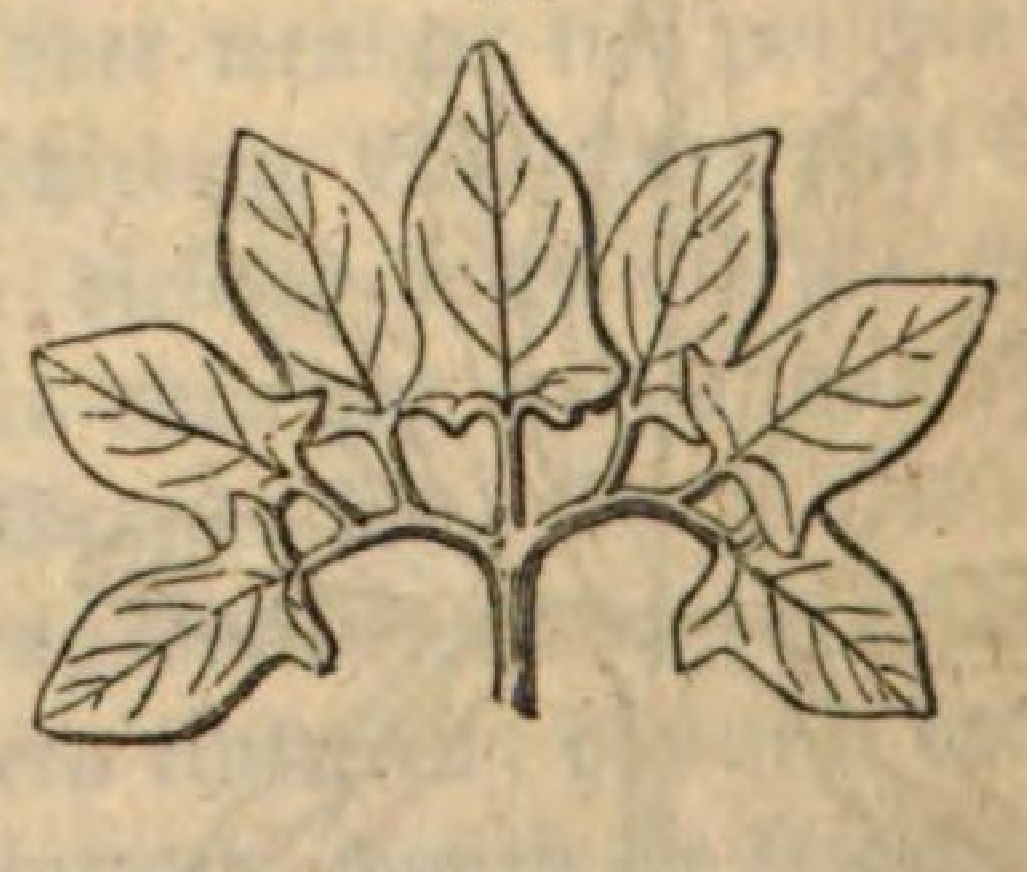


Die handförmig-zusammengesetzten Blätter heißen auch *gefingert*; wir finden sie *dreizählig* beim *Klee* und *Sauerklee* (Fig. 75.), *fünf-* und *siebenzählig* bei den *Roßkastanien* (Fig. 76.), auch *doppelt-* und *mehrfach-dreizählige* kommen vor und stellt die untenstehende Fig. 77. den ersteren dieser Fälle dar; endlich schließt sich hier das *fußförmig-zusammengesetzte* Blatt (Fig. 78.) an.

77.



78.



Am mannichfachsten jedoch sind die Arten und Combinationen der *Fiederblätter*, d. h. der aus der fiedernervigen Berippung hervorgehenden zusammengesetzten Blattformen. Bei ihnen reihen sich die Theilblättchen oder „Fiederchen" beiderseits an der „Spindel" auf, d. h. an der der Mittelrippe entsprechenden Fortsetzung des Blattstiels. Endigt die Spindel mit einem einzelnen Blättchen, so heißt das ganze Blatt *unpaarig-gefiedert* (Fig. 79.); im entgegengesetzten Fall, wenn nämlich kein Endblättchen vorhanden ist, heißt es *paarig-gefiedert* (Fig. 80.); wirklich stehen bei weitem in den meisten Fällen die Fiederchen je zu zweien auf gleicher Höhe und man pflegt daher die gefiederten Blätter nach der Zahl dieser Paare oder Joche zu benennen. So wäre Fig. 79. als *dreipaarig*; Fig. 80. als *vierpaarig* zu bezeichnen. Der einfachste, hier mögliche Fall nämlich, mit nur einem Paar von Fiederchen ergibt beim Vorhandenseyn eines unpaarigen Endblättchens wieder das schon oben genannte *dreizählige* Blatt, welches daher auch öfter an ein und derselben Pflanze mit den mehrzähligen unpaarig-gefiederten Blattformen sich findet; *gejocht* dagegen heißt ein Blatt, welches nur aus *einem* Fiederpaar ohne Endblättchen besteht (Fig. 81.). Eigenthümlich ist auch die Form des zusammengesetzten Blatts, welche z. B. die *Kartoffel* zeigt, wobei zwischen den großen Fiederchen abwechselnd kleine stehen; man nennt dieselbe *unterbrochen-gefiedert*.

79.



80.



81.



Gehen wir von diesen *einfach-gefiederten* Blättern zu den *zwei-*, *drei-* und mehrfach gefiederten über, so sehen wir hier aus der Combination der verschiedenen im Bisherigen angeführten Typen der Fiederung mannichfache Formen hervorgehen. So z. B. ist umstehende Fig. 82. doppeltpaarig-gefiedert mit vieljochigen Theilblättchen, Fig. 83. ist ein unpaarig-doppeltgefiedertes, Fig. 84. ein *doppeltgejochtes* Blatt; Fig. 85. zeigt ein fingerförmig zusammengesetztes Blatt mit gefiederten Theilblättchen, wie es bei der sogenannten *Sinnpflanze* vorkommt. Endlich erscheint häufig die fiederförmige Zusammensetzung oder die ihr entsprechende Theilung am Grunde des Blattes mehrfach wiederholt und gegen die Spitze hin allmählig abnehmend, was man mit dem gemeinschaftlichen Ausdruck des *mehrfach-zusammengesetzten* (Fig. 86.) — oder *-getheilten* (Fig. 87.) Blatts bezeichnet unter gleichzeitiger Angabe des Gesammtumrisses des Blattes und der Form der einzelnen Fiederblättchen.

82.



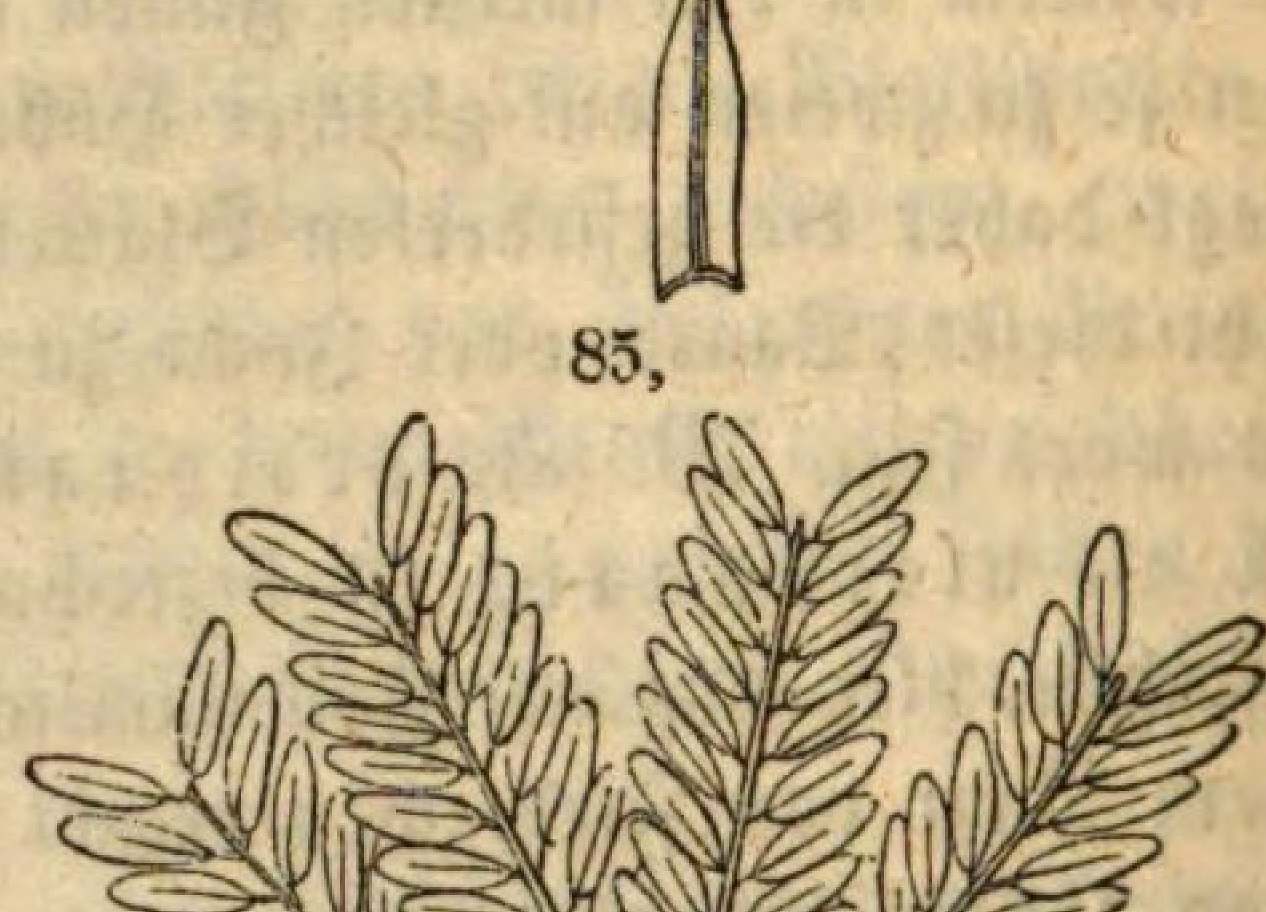
83.



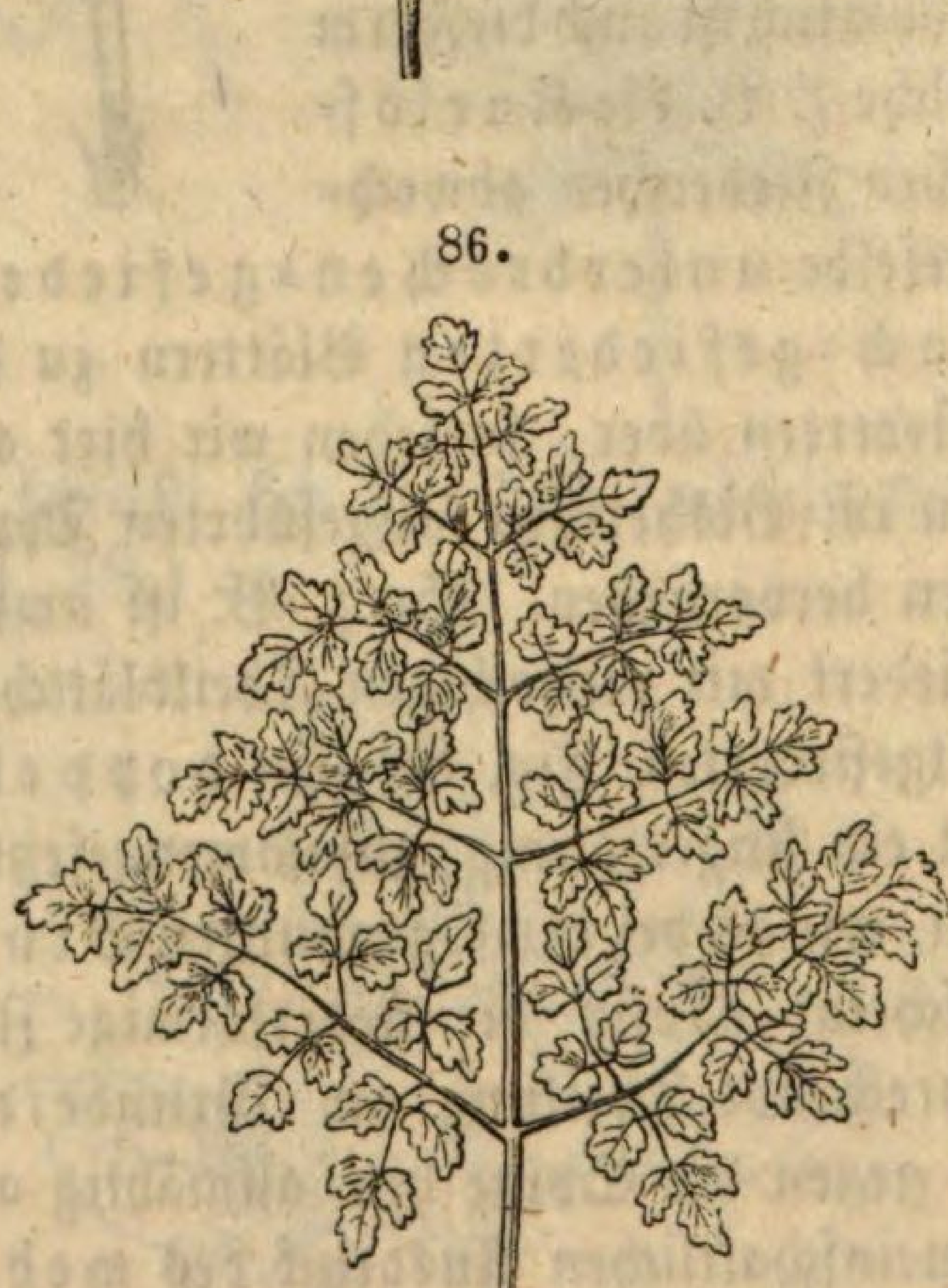
84.



85.



86.



87.



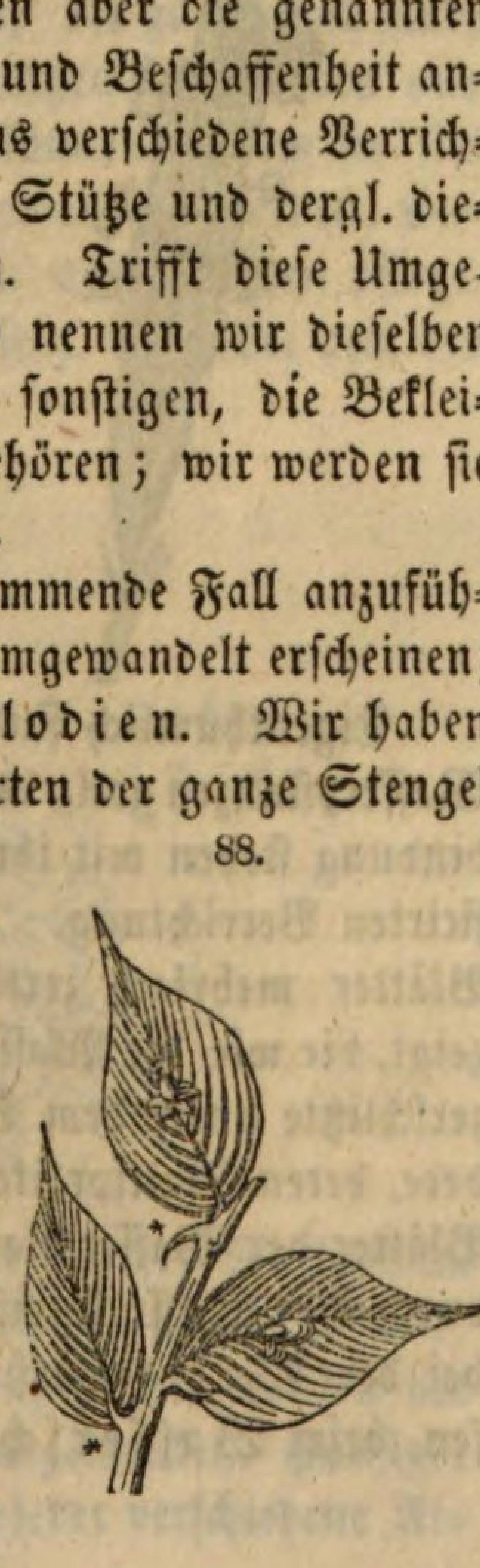
Wir haben bisher nur von flächenförmig ausgebreiteten Blättern, die freilich weitaus die Mehrzahl bilden, gesprochen. Es kann aber auch die Dicke des Blattes hauptsächlich zunehmen, was meistens mit einem Fleischigwerden der Substanz verbunden ist, wodurch stielrunde oder walzenförmige und prismatische, endlich die eigenthümlich mehrflächigen Blattformen entstehen, wie sie viele Fleischpflanzen zeigen. Die stielrunden Blätter, welche, wenn sie dünn und fein zugespitzt, pfriemenförmig heißen, sind oft im Innern hohl; dahin gehören auch die bauchig-aufgeblasenen Blätter der Gartenzwiebel.

§. 4. Von den umgewandelten und den Nebenorganen.

Wir haben im Bisherigen die Stengel- und Blattorgane, wie sie den vegetativen, d. h. den vorzugsweise zur Ernährung bestimmten Pflanzenkörper zusammensetzen, betrachtet. Bei aller Mannichfaltigkeit der Form sehen wir dieselben doch nicht wesentlich von ihrem ursprünglichen, normalen Typus abgehen. Nun können aber die genannten Organe auch eine ganz abweichende Gestaltung und Beschaffenheit annehmen und häufig kommt hiezu eine durchaus verschiedene Verrichtung, wonach sie gleichsam als zum Schutz, zur Stütze und dergl. dienende Anhängsel des Pflanzenkörpers erscheinen. Trifft diese Umgestaltung nur Theile selbstständiger Organe, so nennen wir dieselben Nebenorgane, wohin z. B. alle haarartigen und sonstigen, die Bekleidung der Pflanzentheile bildenden Anhängsel gehören; wir werden sie am Schlusse dieses Abschnittes näher betrachten.

Zunächst ist hier der nicht eben selten vorkommende Fall anzuführen, daß Stengeltheile in blattartige Gebilde umgewandelt erscheinen; sie heißen dann Scheinblätter oder Phyllodien. Wir haben schon oben erwähnt, daß bei manchen Cactusarten der ganze Stengel ein solches blattartiges Ansehen gewinnt; bei anderen Pflanzen verbreiten sich nur die Aeste normalbeschaffener Stengel zu Scheinblättern, indeß die wahren Blätter (die ja nach dem oben Gesagten nie gänzlich fehlen können) zu unscheinbaren Schüppchen verkümmern. So ist es z. B. beim Mäusedorn (Ruscus Fig. 88.), bei dem die Blüthen und später die korallenrothen Beeren auf den eirunden zugespitzten Blättern unmittelbar aufzusitzen scheinen. Letztere aber sind eben nur blattartig verbreitete Aeste und

88.



man sieht die wahren Blätter an deren Grund als ganz kleine dünnhäutige Schüppchen (bei **). Einen verwandten Fall zeigt Fig. 89., nur daß hier der blattartige Zweig viele Blüthen trägt. Von den ächten Blättern unterscheiden sich diese Phyllodien auch noch durch derbere Beschaffenheit und eigenthümliche Berippung, sowie dadurch, daß sie vertical stehen, während die Blätter fast stets horizontal gestellt sind, nämlich so, daß die eine Fläche nach oben, die andere gegen die Erde gekehrt ist. Diese Kennzeichen finden wir nun ebenfalls bei dem Laub mancher Pflanzen, so namentlich der neuholländischen Akazien (Fig. 90.), wobei jedoch diese Theile in ihrer Stellung nicht mit Aesten, sondern mit Blättern übereinstimmen; wir erklären sie demnach für blattartig verbreitete Blattstiele, und es bestätigt sich diese Deutung dadurch, daß bei manchen derselben die Blattspreite auch noch im jüngeren Zustande vorhanden ist (s. Fig. 91.), und erst später abfällt oder verkümmert.

89. 90. 91.



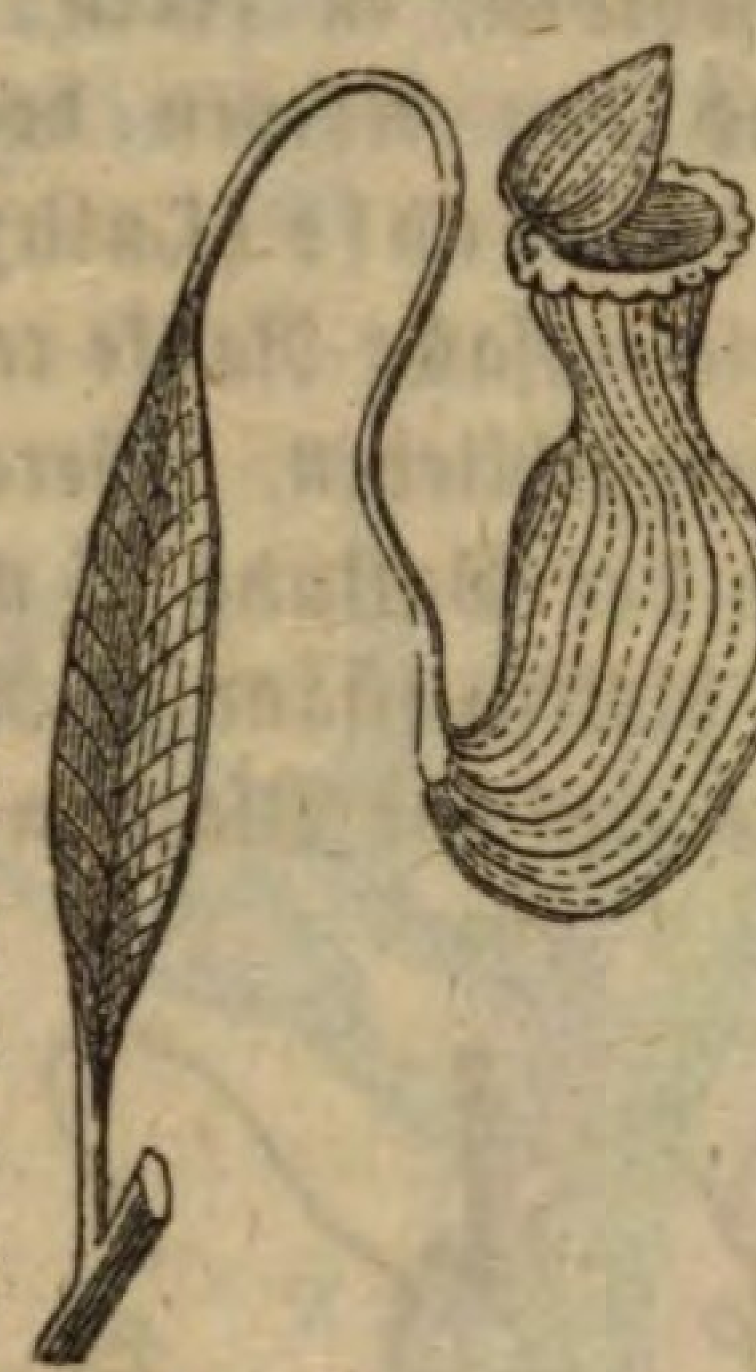
Eigenthümlich sind die Umwandlungen, welche die Blätter mancher Wasserpflanzen ganz oder theilweise erleiden, und welche offenbar in Verbindung stehen mit ihrer durch das Medium, in dem sie leben, modificirten Verrichtung. Im Allgemeinen sind die im Wasser befindlichen Blätter mehrfach zertheilt, was sich am deutlichsten bei den Pflanzen zeigt, die wie die Wasserranunkel zweierlei Blätter haben, nämlich feinzerschlitzte unter dem Wasserspiegel und auf demselben schwimmend andere, deren Blattspreite fast unzertheilt ist. Nicht selten zeigen auch die Blätter der Wasserpflanzen geschlossene Luftbehälter und Höhlen, wodurch ihre Masse specifisch leichter und zum Schwimmen geeignet wird; bei der Wassernuß sind die Blattstiele hohl und bauchig aufgeblasen, beim Wasserschlauchkraut sind an den feinzertheilten Blät-

tern eine Menge kleiner Blasen (Fig. 92.), nämlich kugelig aufgetriebene Luftbehälter befestigt. Die sonderbarste Umwandlung des Blattes aber zeigt die in den feuchten Wäldern Ostindiens wachsende Kannenpflanze (Nepenthes destillatoria Fig. 93.); bei dieser bildet sich an der Spitze des erst verbreiterten, dann zu einer Ranke verschmälerten Blattstiels ein schlauchartiger Behälter, dessen obere mit einem zierlichen Rande eingefaßte Oeffnung durch die kleine Blattscheibe wie mit einem beweglichen Deckel verschlossen ist; das Innere dieser stets mit der Mündung nach oben, also aufrecht stehenden „Kannen" findet man beständig mehr oder weniger mit Wasser gefüllt.

92.



93.



Die **Ranke** ist ein fadenartiger Anhang der oberirdischen Pflanze, welcher in Spiralwindungen benachbarte Gegenstände umschlingt, und mittelst dessen Stengel oder Theile von solchen, die zu schwach sind, sich allein aufrecht zu erhalten, an ihren Umgebungen sich erheben und befestigen. Die verschiedensten Pflanzentheile können, indem sie sich verdünnen und spiralig winden, in Ranke umgewandelt werden, wonach man sie auch wohl in der Benennung zu unterscheiden pflegt. Stengelranken hat z. B. der Weinstock (Fig. 94.), bei dem der

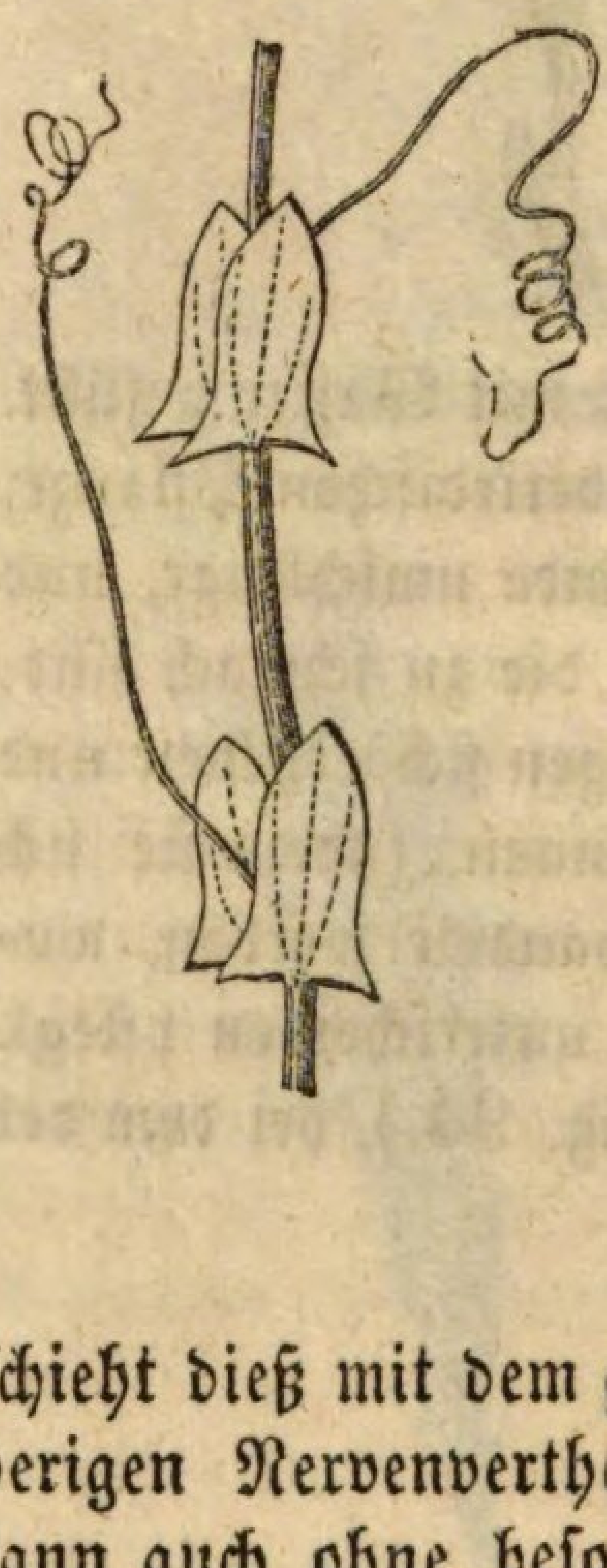
94.



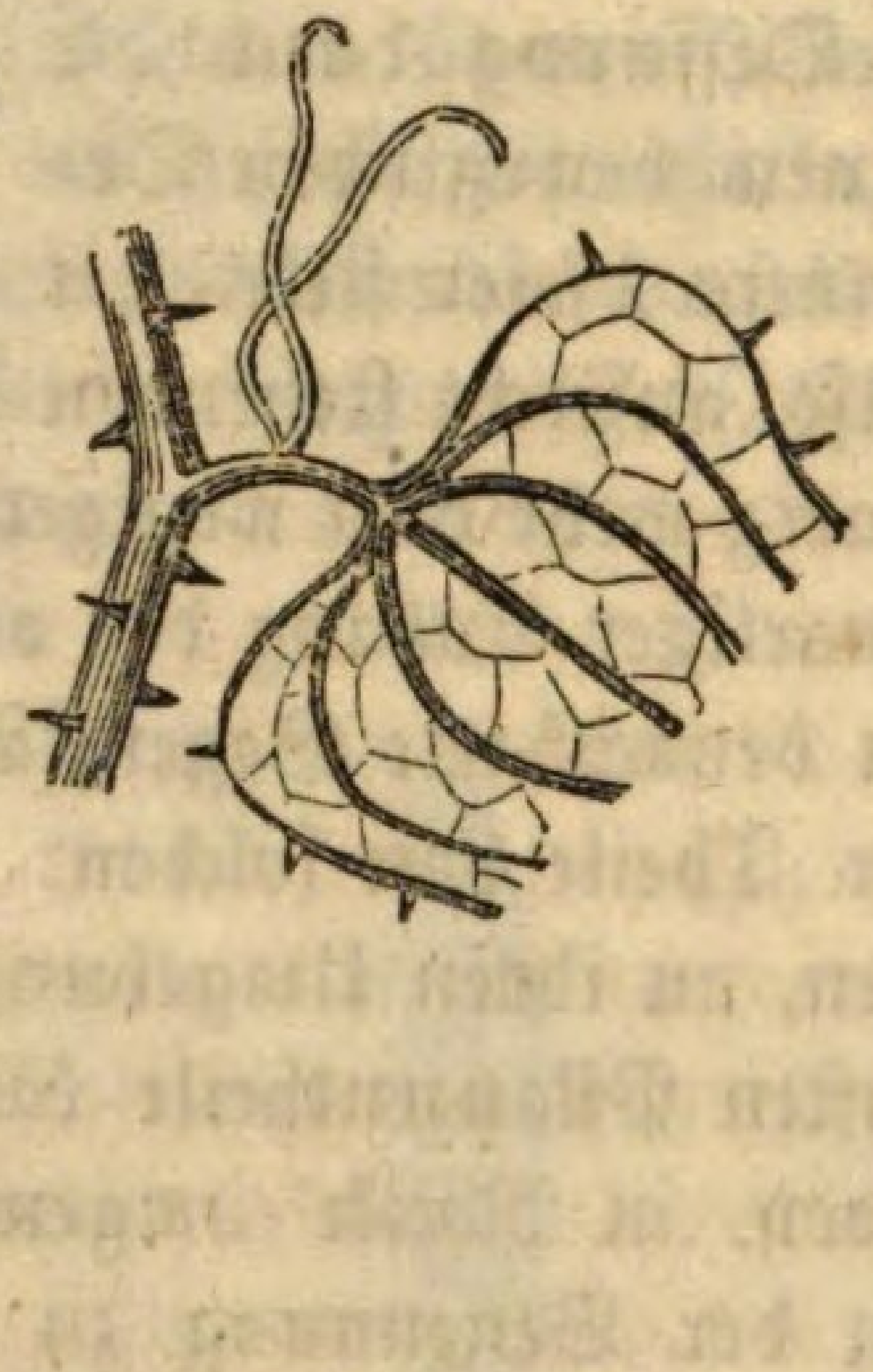
jedesmalige Gipfeltrieb, der aber bald durch das stärkere Wachsthum des in der Blattachsel entspringenden Astes zur Seite gedrängt wird, sich in eine getheilte Ranke umwandelt; ebenso sind die Ranken der Passionsblumen veränderte Aeste, also Stengelranken. Häufiger jedoch als diese sind Blattranken, deren es wieder verschiedene Ar-

ten gibt. Bei den kürbisartigen Pflanzen ist das ganze Blatt zur Ranke geworden, in deren handförmiger Theilung man noch den Ursprung aus den Nerven des Blattes erkennt. Bei einer inländischen Art Blatterbse (**Lathyrus Aphaca**, Fig. 95.), ist das ganze Blatt auf eine einfache Ranke reducirt, und nur die Nebenblätter sind als solche übriggeblieben. Gerade umgekehrt verhält es sich dagegen bei den Arten der Gattung Smilax (Fig. 96.), indem hier die Nebenblätter in blattstielständige Ranken umgewandelt sind. Manchmal läuft auch das einfache Blatt in eine Ranke aus (Fig. 97.); bei der Wicke ge-

95.



96.



97.



schieht dieß mit dem gefiederten, und hier erscheint entsprechend der fiederigen Nervenvertheilung die Ranke selbst fiederig getheilt. Endlich kann auch ohne besondere Aenderung in der Gestalt der einfache oder zusammengesetzte Blattstiel sich als Ranke verhalten, wie z. B. bei manchen Arten der Waldrebe (Clematis) der Fall ist.

98.



Wenn Stengel- oder Blattorgane sich zu starren, in eine stechende Spitze auslaufenden Theilen umwandeln, so heißen diese Dornen. Am häufigsten geschieht dieses bei Aesten durch eine Verkümmerung oder ein Zurückbleiben im Wachsthum, in solchen Fällen trägt der in eine dornige Spitze auslaufende Ast an seinem untern Theil oft noch Blätter und Blüthen, wie z. B. bei der Schlehe (Fig. 98.).

Dasselbe sehen wir bei den wilden Stammsorten unserer Obstbäume, z. B. bei'm Holzapfelbaum und bei dem wilden Orangen- und Citronenbaum; werden aber diese dornigen Wildlinge in besseres, reichlich nährendes Erdreich versetzt, so verlieren sie die Dornen durch vollkommenere Entwickelung der Aeste. In andern Fällen ist diese Umwandlung von Aesten in Dornen vollständiger und bleibender, wie z. B. bei der nordamerikanischen **Gleditschie** (Fig. 99.), wo auf den dreitheiligen Dornen, die aber an ihrer Stellung in der Blattachsel (bei x ist die Narbe des abgefallenen Blatts) leicht als Aeste erkannt werden, nur noch schwache Narben als Andeutung ihrer verkümmerten Blätter übrigbleiben. Den Gegensatz zu den bisher angeführten Astdornen bilden die **Blattdornen**, welche entweder aus einer Umwandlung des ganzen Blatts entstehen, wie die getheilten der **Berberize**, oder Theilen des Blattes entsprechen, wie z. B. den Nebenblättern bei der nordamerikanischen **Akazie** (**Robinia Pseudacacia** Fig. 100.) und vielen ächten Akazien, oder bei dem **Traganthstrauch**, wo die stehenbleibende Spindel der gefiederten Blätter nach Abfallen der Fiederchen die Dornen bildet. Wenn endlich nur die am Rand auslaufenden Spitzen der Blattnerven zu stechenden Spitzen erhärten, so entsteht das **dornig-gezähnte** Blatt, wie es die **distelartigen Pflanzen** zeigen.

99.



100.



Unter Nebenorganen der Pflanze versteht man die **Haare**, **Stacheln**, **Drüsen** und andere Gebilde, welche als Anhängsel der Oberfläche der Theile erscheinen; dabei nehmen sie keine bestimmte Stellung ein und können auch ganz fehlen, wo dann der Theil **glatt** heißt. Bei mikroscopischer Untersuchung erkennt man, wie wir weiter unten sehen werden, diese Nebenorgane als aus einfachen oder aneinander gereihten Zellen gebildete Fortsätze der Oberhaut; dem bloßen Auge aber stellen sie sich bei gleichmäßiger Vertheilung, z. B. auf einer Blattfläche, als ein **Ueberzug** derselben dar, für dessen Beschaffenheit verschiedene Kunstausdrücke gebräuchlich sind.

Bilden **Haare** die Bekleidung, so heißt dieselbe **zerstreuthaarig**, im Fall jene so wenig dicht stehen, daß sie einzeln leicht unterscheidbar sind; **flaumig**, wenn der Ueberzug aus weichen gekräusel-

ten Härchen besteht; wollig bei größerer Dichtigkeit, wie z. B. auf den Blättern des Wollkrauts (Verbascum); endlich filzig, wenn die Haare eine gleichförmige dicht gewebte Decke bilden. Meist hat die Haarbekleidung eine weiße, seltner die gelbliche oder bräunliche Farbe. Im ersteren Fall gibt sie oft, wenn sie nämlich eng anliegt, der ganzen Fläche einen seidenartigen Glanz oder ein sammetartiges Ansehen. So zeigen z. B. die Blätter der Silberpappel auf ihrer Unterseite einen schneeweißen Filzüberzug.

Im Allgemeinen läßt sich als Regel aufstellen, daß die untere Blattfläche dichter behaart zu seyn pflegt, als die obere; selbst wenn letztere glatt ist, zeigt jene oft noch einen Haarüberzug wenigstens theilweise, besonders auf den Nerven oder in den Winkeln, welche dieselben bei ihrer Verzweigung bilden. Ein Blatt, welches am Rande mit einzelstehenden deutlich sichtbaren Haaren besetzt ist, heißt gewimpert; gebartet nennen wir einen Theil, auf dem längere Haare in einem Büschel zusammengedrängt stehen. Noch ist zu bemerken, daß die schwächeren Arten der Behaarung sich oft mit der Zeit verlieren, wodurch Flächen, die in der Jugend behaart waren, später kahl werden, wie das z. B. bei den Blättern mancher einheimischen Weidenarten der Fall ist. Die stark ausgebildeten strafferen Haare, welche fast in allen Uebergangsstufen zu den Stacheln (s. u.) vorkommen, bilden je nach ihrer Beschaffenheit, die rauhhaarige, zottige und striegelige Bekleidung; letztere findet sich z. B. bei der Hundszunge und den verwandten Pflanzen, die eben ihren Namen von der Aehnlichkeit der Blätter mit stachlichen Thierzungen haben. Rauh nennt man ein Blatt, dessen Oberfläche mit kurzen Härchen oder kleinen Vorsprüngen bedeckt ist, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, aber der Hand bei'm Anfühlen durch den Widerstand, den sie leisten, sich bemerklich machen. Als bekanntes Beispiel führen wir das Ulmenblatt an. Sehr rauh sind auch die Blätter vieler Gräser, wobei die sich besonders gegen die Ränder zu zahlreicher findenden Unebenheiten gegen die Blattspitze hin gerichtet sind, wie das überhaupt bei den Haaren der Blätter Regel ist; hiedurch erscheint die Fläche vergleichungsweise glatt, wenn man vom Grund des Blattes gegen die Spitze hin die Hand darüber führt, und die ganze Rauhigkeit erscheint nur bei entgegengesetzter Bewegung; ausnahmsweise sind bei manchen Arten die Blätter in umgekehrter Richtung, also „vorwärts rauh."

Aestige Haare kommen in den dichteren Arten des Ueberzugs nicht selten vor; an sie schließen sich die sternförmigen an und daran die Schüppchen, welche ebenfalls aus zelligen Anhängen der Oberhaut bestehen, die jedoch ganz verflacht sind; sie kommen

übrigens bei einheimischen Pflanzen nur selten als Bekleidung der Theile vor.

Andererseits schließen sich die obengenannten starren Haare durch die stechenden, in ihrer Höhlung einen ätzenden Saft enthaltenden Brennhaare der Nesseln und durch andere Zwischenstufen unmittelbar an die Stacheln an; so nennt man nämlich alle zu stechenden Spitzen erhärtete Anhängsel der Oberhaut. Hienach haben also die Rosen Stacheln, nicht Dornen, denn sie haften nur an der Oberhaut und zeigen durch ihre unregelmäßige Stellung, daß sie nur Anhänge der Oberfläche, nicht Andeutungen integrirender Organe sind. Die sogenannten Stacheln der Cactusarten wären dagegen eher für Dornen zu erklären, denn sie stellen theils die Spitzen der ihrer Hauptmasse nach dem Stengel angewachsenen Blätter, theils auch achselständige Blätterbüschel, also unausgebildete Zweige (s. ob. S. 31) vor. Die Stacheln sind entweder gerade oder gekrümmt, manchmal am Ende hackig oder mit Widerhacken versehen, wodurch die Theile, auf denen sie stehen, z. B. die Stengel des sogenannten Klebkrauts (Galium Aparine) und viele Früchte sich leicht an benachbarte Gegenstände festhängen.

Zellen oder Zellgruppen, die auf der Oberfläche der Theile vorspringen, heißen Warzen. Sind sie dabei der Sitz eigenthümlicher Absonderungen, so nennt man sie Drüsen; diese pflegen je nach der Beschaffenheit des abgesonderten Stoffes als helle oder dunkle Puncte sich darzustellen; so z. B. ist beim schwarzen Johannisbeerstrauch die Unterseite des Blattes von gelben glänzenden Drüsen punctirt, die ein starkriechendes Oel enthalten, und ähnlich verhält es sich bei vielen aromatischen Pflanzen. Sehr eigenthümlich sind die großen, mit wasserheller Flüssigkeit erfüllten Drüsen des sogenannten Eiskrauts (Mesembryanthemum), welche seine ganze Oberfläche bedecken, und ihr das Ansehen geben, als wäre sie mit Eiskrystallen bewachsen. Oft sind auch Drüsen in die Blattfläche eingesenkt, wodurch das ölhaltige Blatt bei durchfallendem Licht durchsichtig punctirt erscheint, wie beim gemeinen Johanniskraut (Hypericum perforatum). Wenn sich Haare an ihrem Ende in eine Drüse endigen, so erscheint diese als ein gefärbtes Knöpfchen auf deren Spitze. Solche Drüsenhaare kommen, zum Theil mit sitzenden Drüsen vermischt, ebenfalls bei vielen aromatischen Pflanzen vor. Bei der Rose und den Brombeerarten finden sie sich mit Stacheln untermengt und zum Theil in sie übergehend, wie denn überhaupt alle die genannten Arten der Nebenorgane im Grunde einander sehr nahe stehen, und bei gewissen Pflanzen sich mannichfach ineinander umbilden. So z. B. sehen wir

bei der Moosrose die Stacheln, Haare und Drüsenhaare in zertheilte, krautige, mit Drüsenpuncten geendigte Fortsätze umgewandelt, welche Blüthenstiel und Kelch wie mit einer zierlichen Mooshülle umgeben. Wenn endlich die Absonderung der Drüsen oder Drüsenhaare aus den Zellen, in denen sie sich bildet, ausschwitzt, so wird die Oberfläche der Theile klebrig und dieß manchmal in solchem Grad, daß Staub- und Sandtheilchen, selbst Insecten dadurch festgehalten werden.

§. 5. Von den Knospen.

So lange Pflanzentheile noch unentwickelt sind, nämlich aus verkürzten Stengelgliedern und unentfalteten, dicht zusammengedrängten Blättern bestehen, sagen wir: sie befinden sich im Knospenzustande; so erscheinen namentlich alle Aeste, sowohl die Blüthen-, als die Laubtragenden, zuerst als **Knospen** oder **Augen**. Diese nun sind größtentheils als Anfänge neuer, auf der Hauptachse entstehender Nebenachsen seitenständig (lateral), und werden, da sie regelmäßig in

101.



der Achsel eines Blattes entstehen, Axillarknospen genannt (Fig. 101. b. b. b.). Die End- oder Terminalknospe dagegen (Fig. 101. a.) steht an der Spitze des Stammes oder Astes, dessen unmittelbare Fortsetzung sie zu bilden bestimmt ist. Die Axillar- oder Seitenknospen hängen natürlich in ihrer Vertheilung auf dem Stamm durchaus von der Blattstellung ab; man erkennt die hieraus hervorgehende Regelmäßigkeit ihrer Anordnung namentlich sehr deutlich an den Zweigen unserer Bäume und Sträucher, wenn diese im Winter ihre Blätter abgeworfen haben; dann findet sich die Stelle unter der Knospe, wo ihr Trag- oder Stützblatt gesessen hat, durch die Blattnarbe (s. Fig. 101. bei b.) bezeichnet. In der Blattachsel steht in der Regel nur eine einzige Knospe; doch finden sich dort außer dieser Hauptknospe noch manchmal meist reihenweise stehende Nebenknospen (Fig. 102.).

102.



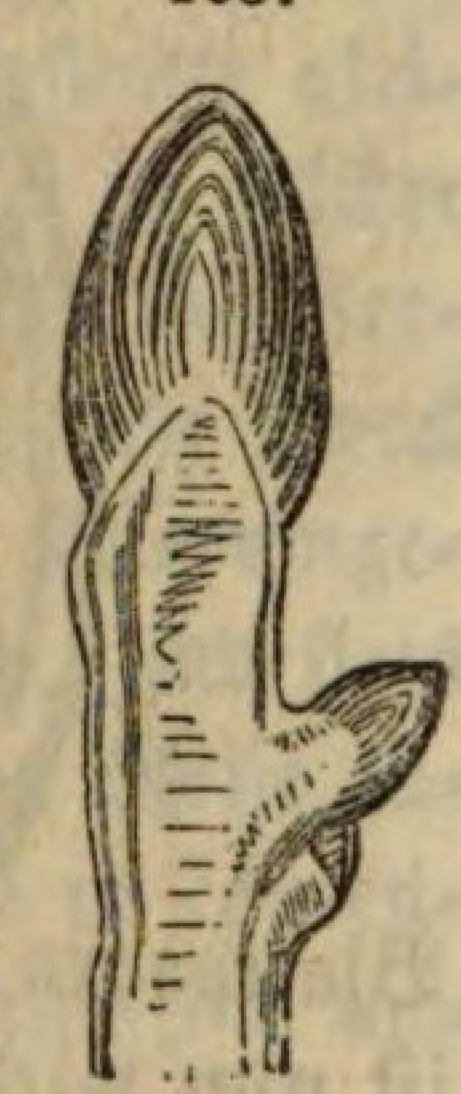
Auch können ausnahmsweise Knospen außerhalb der Blattachseln an fast allen Puncten des Stammes hervorkommen, sie heißen Bei- oder Adventivknospen; so ist es der Fall bei denjenigen Bäumen, die sogenannten „Stockausschlag" treiben, indem an unbestimmten Stellen des ältern Stammes Beiknospen oft in großer Anzahl auftreten und sich zu beblätterten Zweigen entwickeln. Daß unter gewissen Umständen selbst auf den Blättern

Knospen sich ausbilden, werden wir unten bei Betrachtung der Vermehrung der Pflanzen sehen.

Wenn auch als Regel gilt, daß in jeder Blattachsel eine Knospe, wenigstens der Anlage nach vorhanden ist, so kommen doch häufig dieselben nur theilweise, oder gar nicht zur Ausbildung. Dieses ist namentlich bei den Gräsern, sowie bei den Zwiebelpflanzen und ihren Verwandten der Fall, deren Stengel daher auch ganz einfach oder nur wenig ästig zu seyn pflegt. Besonders die Palmen sind dadurch characterisirt, daß nur die, freilich verhältnißmäßig sehr große Gipfelknospe vorhanden ist, wodurch eben bei ihnen der Stamm einfach und unverzweigt bleibt; nur in einzelnen Fällen wird derselbe im spätern Alter durch Entwickelung von Seitenknospen ästig (s. ob. S. 20 Fig. 19.).

Durchschneidet man eine Knospe, um ihren Bau und ihre Zusammensetzung zu erkennen (Fig. 103.), so zeigt sich zu innerst, als Grundlage des Ganzen, der noch zu einem kegelförmigen Körper verkürzte Stengeltheil: die Knospenachse genannt, auf welcher dann dicht zusammengedrängt die jungen Blätter aufgereiht sind. Die Knospen unserer Bäume und Sträucher sind außerdem noch von einer, aus schuppenartigen Blättchen bestehenden Hülle: der Knospendecke eingeschlossen, welche offenbar zum Schutz der zarten Gebilde gegen die äußeren Einflüsse, namentlich die Winterkälte bestimmt ist. Nackt dagegen, d. h. ohne solche Decke sind sowohl die Knospen unterirdischer Stengeltheile als auch die der meisten Bäume und Sträucher wärmerer Gegenden. Manchmal umhüllt und schützt auch der ausgehöhlte Grund des Blattstiels des Tragblatts oder dessen Nebenblätter die junge Knospe.

103.



Die **Knospenschuppen** oder die Blättchen, aus denen die Knospendecke besteht, sind meist von trockenhäutiger oder lederartiger Beschaffenheit und öfter auf ihrer Oberfläche behaart, oder wie bei der Pappel, mit einem harzigen Balsam überzogen, was natürlich ihre Schutzkraft gegen Nässe und Kälte vermehrt. Sie stehen stets in regelmäßiger Anordnung und decken sich meist mit ihren Rändern dachziegelförmig, wie man das z. B. sehr deutlich an den Knospen der Eiche sieht. Offenbar entstehen die Knospenschuppen in den meisten Fällen durch Umwandlung der äußern oder, ihrer eigentlichen Stellung nach, unteren Blattgebilde der Knospenachse, wovon man sich unter andern bei der Roßkastanie leicht überzeugen kann, wo eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen von ihnen zu den weiter innen liegenden jungen Laubblättern vorhanden ist; dabei fällt zugleich in die Augen, daß es vorzugsweise der Scheidentheil des Blattes ist, der zur Knospenschuppe umge-

bildet wird. Bei unsern meisten Laubhölzern dienen dem entsprechend die Nebenblätter als Knospenschuppen, wobei die Blattspreiten der äußern fehlschlagen; sie fallen dann bei der weitern Entwickelung des Zweiges als sogenannte Ausschlagsschuppen (s. oben S. 35.) ab. Ueberhaupt ist die Knospendecke bei Weitem in den meisten Fällen vergänglich, indem sie beim „Ausschlagen" der Knospen, d. h. bei ihrer Entwickelung zum Zweig durch Streckung der Stengelglieder und Entfaltung der Blätter abgeworfen wird.

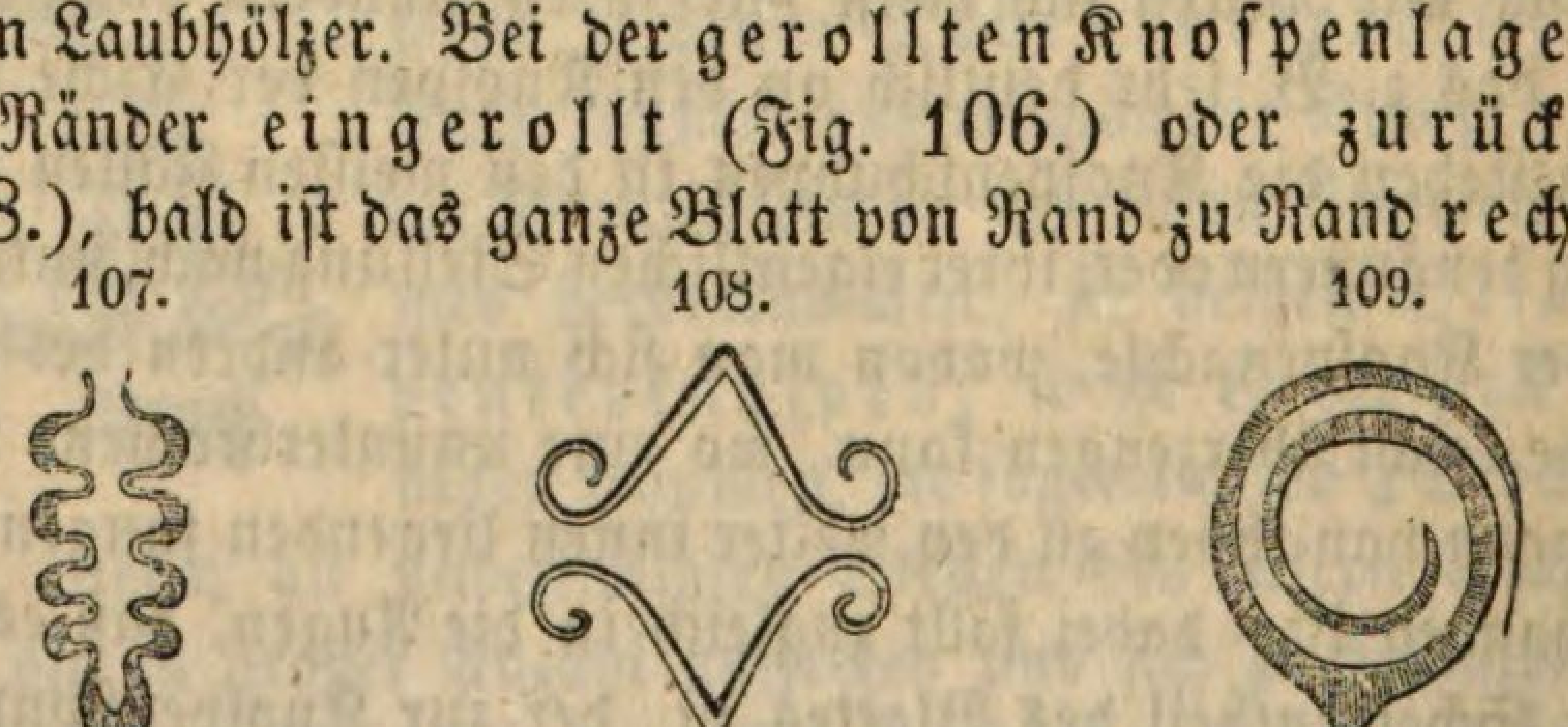
Die gegenseitige Lage der jungen Blätter in der Knospe wird durch ihre Stellungsverhältnisse bedingt und es erscheinen dieselben auf dem Querschnitte gleichsam im Grundrisse; so weist Fig. 104. offenbar auf abwechselnde und zwar zweizeilige, Fig. 105. auf ebensolche aber dreizeilig stehende Blätter hin, während Fig 106. gekreuzte

104. 105. 106.



Blattpaare vorstellt. Von dieser gegenseitigen Knospenlage der Blätter ist nun wieder zu unterscheiden die Knospenlage des einzelnen Blattes oder seine Vernation, durch welche es eben möglich wird, daß die in der Knospe schon verhältnißmäßig stark entwickelten Blattspreiten doch auf so engen Raum sich zusammengedrängt finden. Auch diese Verhältnisse zeigen sich deutlich in den zierlichen Figuren eines Knospenquerschnitts. Als die 2 Hauptarten der Vernation sind anzuführen die Faltung und die Rollung. Sehr häufig ist das Blatt mehr oder weniger vollkommen nach seiner Mittelrippe, also einfach zusammengefaltet Fig. 104. 105., oder es ist mehrfach gefaltet (Fig. 107.), wie bei den Fächerblättern und bei denen unserer meisten Laubhölzer. Bei der gerollten Knospenlage sind bald nur die Ränder eingerollt (Fig. 106.) oder zurückgerollt (Fig. 108.), bald ist das ganze Blatt von Rand zu Rand rechts- oder

107. 108. 109.



linksgerollt (Fig. 109.), wie z. B. bei vielen Gräsern, wo man auch noch beim entwickelten Blatt die Richtung dieser Rollung in einer übrigbleibenden Drehung des Blattes erkennen kann. Endlich ist noch anzuführen die schneckenförmige Einrollung des jungen Blattes von der Spitze nach der Basis, welche für die große Familie der Farnkräuter charakteristisch ist.

§. 6. Vom Blüthenstand.

Auf die Entwickelung des Pflanzenkörpers in die im Bisherigen behandelten Wurzel-, Stengel- und Blattgebilde folgt bei allen höher organisirten Gewächsen, deren Betrachtung uns hier zunächst beschäftigt, die weitere Stufe der Blüthen-Entwickelung; sie besteht in einer eigenthümlichen Umgestaltung der Organe, wodurch dieselben fähig werden, den zur Hervorbringung eines neuen, der Mutterpflanze gleichen Individuums dienenden Samen zu erzeugen. Die in solcher Weise umgestalteten Theile heißen Blüthenorgane, und die Vereinigung von solchen zu einem in sich abgeschlossenen, eben dem Zweck der Samenerzeugung dienenden Ganzen ist die **Blüthe**. Die umgewandelten Blattorgane, welche die Blüthe zusammensetzen, sind stets durch Verkürzung der entsprechenden Stengeltheile in der Weise zusammengerückt und gleichsam ineinandergeschoben, daß sie in concentrischen Kreisen oder Quirlen stehen, deren äußere eigentlich die unteren, die inneren aber ursprünglich die oberen sind. In dieser Beziehung hat die Blüthe Aehnlichkeit mit der Knospe; bei beiden nämlich findet ein dichtes Aufeinanderschließen der Blattorgane, veranlaßt durch die Verkürzung der zugehörigen Stengelglieder, statt; bei der Knospe jedoch strecken letztere sich später und entfernen dadurch die Blätter von einander, während in der Blüthe die Theile bei der Entfaltung ihre genäherte Stellung beibehalten. Der zur Blüthe gehörige Stengeltheil wächst also nie weiter aus, sondern er schließt stets mit den verkürzten, die Blüthenorgane tragenden Gliedern ab, daher steht jede Blüthe auf der Spitze des sie zunächst tragenden Stengelglieds oder des Blüthenstiels; es kann dieser aber auch bis zum Unmerklichen verkürzt seyn, wie z. B. bei der Eichorie, wo man dann die Blüthen, freilich ungenau, sitzend nennt. Wenn die Blüthe eine Hauptachse abschließt, so ist sie gipfelständig, sitzt sie aber auf einer Nebenachse, so wird sie als Seitenblüthe bezeichnet. Eine einzelne endständige Blüthe trägt z. B. der Stengel der Gartentulpe, Seitenblüthen der der Hyacinthe. In diesen beiden Fällen sitzt der Blüthenstiel auf einer Zwiebel, also auf einem unterirdischen wurzelartigen Sten-

geltheil; ähnlich ist der oben (Fig. 20.) abgebildete Fall bei der Schlüsselblume; ein solcher, scheinbar unmittelbar aus der Wurzel zwischen sogenannten Wurzelblättern (s. oben) hervorkommender Blüthenstiel wird auch Schaft genannt.

Die Blüthen sind nach ihrer Stellung an der Pflanze zerstreut, wenn sie einzeln aus den Achseln der Laubblätter entspringen, wobei ihre Vertheilung natürlich von der Stellung der letzteren abhängt. Wenn dagegen gewisse Regionen des Stengels — vorzugsweise die obern — nur Blüthen tragen und so ein zusammengehöriges, von einer Mehrzahl blüthentragender Aeste gebildetes Ganzes entsteht, so heißt dieses ein Blüthenstand oder eine Inflorescenz; demnach ist also der Blüthenstand die Verzweigung des blüthentragenden Stengeltheils, und seine Form hängt daher ebenfalls von der Stellung der Blätter ab, in deren Achseln ursprünglich die Aeste oder Nebenachsen entstehen. Diese Verzweigung pflegt aber eben hier mit besonderer Regelmäßigkeit vor sich zu gehen und ruft so die mannichfachen charakteristischen Inflorescenzen hervor, deren Hauptformen wir im Folgenden näher betrachten werden.

Die Blätter des in den Blüthenstand eingehenden Stengeltheils unterscheiden sich von den Laubblättern durch geringere Flächenentwickelung, durch zartere Beschaffenheit und öfter auch durch eine blumenblattartige Färbung; sie werden hienach als Hochblätter oder Bracteen unterschieden; bei den Pflanzen mit parallelnervigen Blättern, z. B. den Zwiebelgewächsen, der Schwertlilie u. s. w. sind diese blüthenständigen Blätter oft stark ausgebildet, von tutenförmiger oder kahnförmiger Gestalt und heißen dann Blüthenscheiden. Sind die Bracteen dicht zusammengerückt, wie das namentlich bei gedrängtem Stande der Blüthen vorkommt, so entsteht die meist in der Nähe der Blüthen auftretende und sie manchmal theilweis einschließende Hülle, wovon wir im weitern Verlauf dieses Kapitels noch mehrere Beispiele werden kennen lernen. Oft sind die Bracteen hinfällig, d. h. sie werden bei vollkommener Entwickelung der zugehörigen Blüthen abgeworfen; nicht selten verkümmern sie zu ganz kleinen Schüppchen oder sie schlagen ganz fehl, wo dann die Aeste und Zweige des Blüthenstandes ohne Stützblatt erscheinen, wie das bei den Rispen der Gräser der Fall ist.

Wir beginnen die Aufzählung der hauptsächlichsten Blüthenstände mit denjenigen, wo die Blüthen an einer durchgehenden Hauptachse oder Spindel angereiht sind. Da nun für die Nebenachsen überhaupt, also auch für die blüthentragenden, die Regel gilt, daß die unteren die älteren sind, und die neuen sich fort und fort an der Spitze

des Stengels entwickeln, so ist es natürlich, daß man bei diesen Blüthenständen stets die unteren Blüthen weiter entwickelt findet, als die oberen, daß z. B. diese schon entfaltet sind, wenn jene noch als Blüthenknospen geschlossen erscheinen, oder mit andern Worten: daß die Entfaltung in diesen Fällen von unten nach oben fortschreitet.

Wenn an der Spindel sitzende Blüthen aufgereiht sind, wodurch der ganze Blüthenstand eine walzenförmige Gestalt erhält, so heißt er eine *Aehre*, wie sie z. B. die *Wegericharten* und das *gemeine Eisenkraut* (Fig 110.) zeigen. Bekanntlich schreibt man auch unseren Getreidearten: dem *Roggen*, der *Gerste*, dem *Waizen* (Fig. 111. vom *Queggenwaizen*) Aehren zu; hier jedoch sind nicht einzelne Blüthen in der angegebenen Weise angeordnet, sondern sogenannte *Grasährchen* (Fig. 111. **), welche selbst meist aus mehreren Blüthchen bestehen, die jedoch wenig ausgebildet und so zusammengedrängt sind, daß sie für den flüchtigen Anblick die Stelle einzelner Blüthen vertreten.

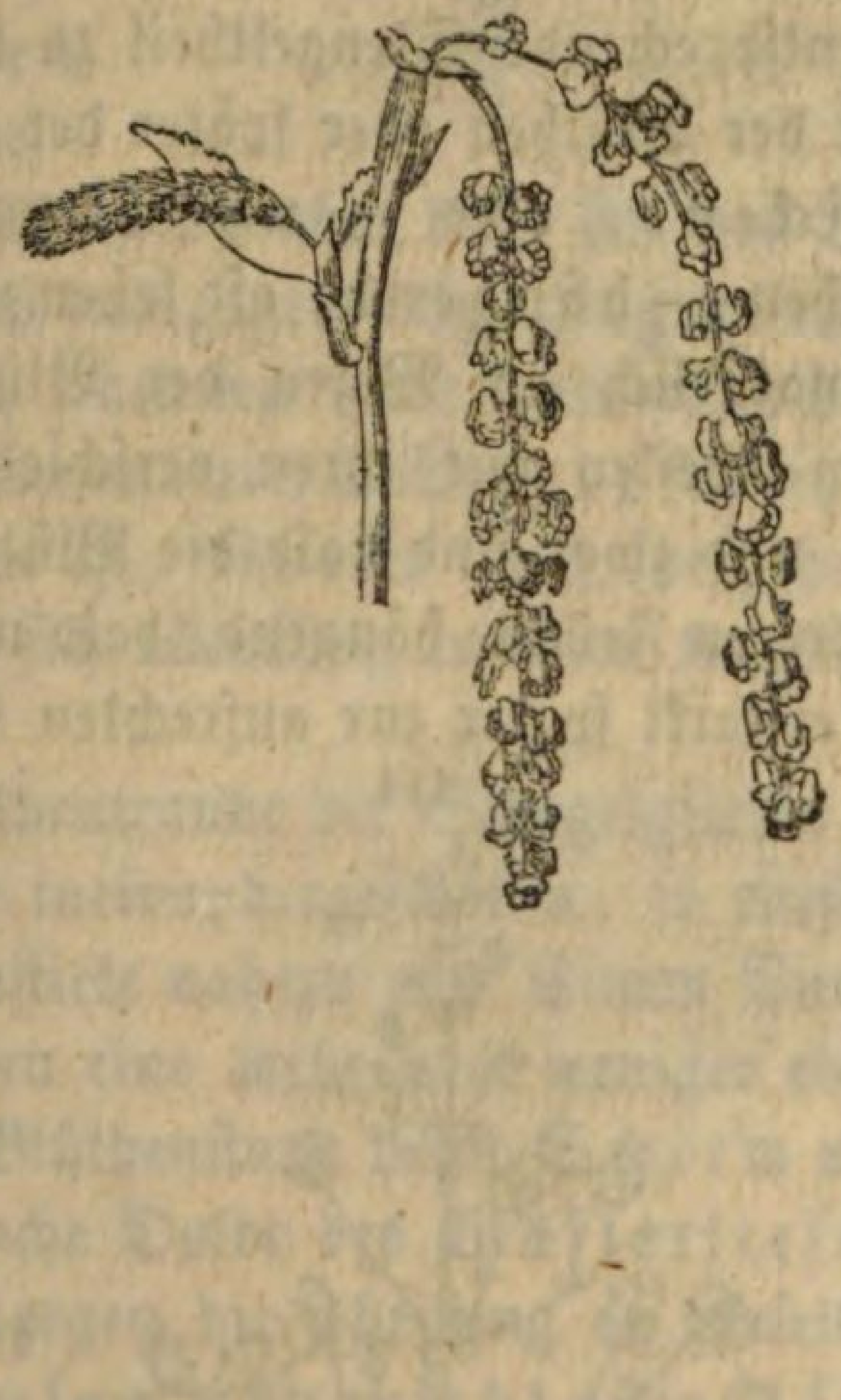
110.



111.

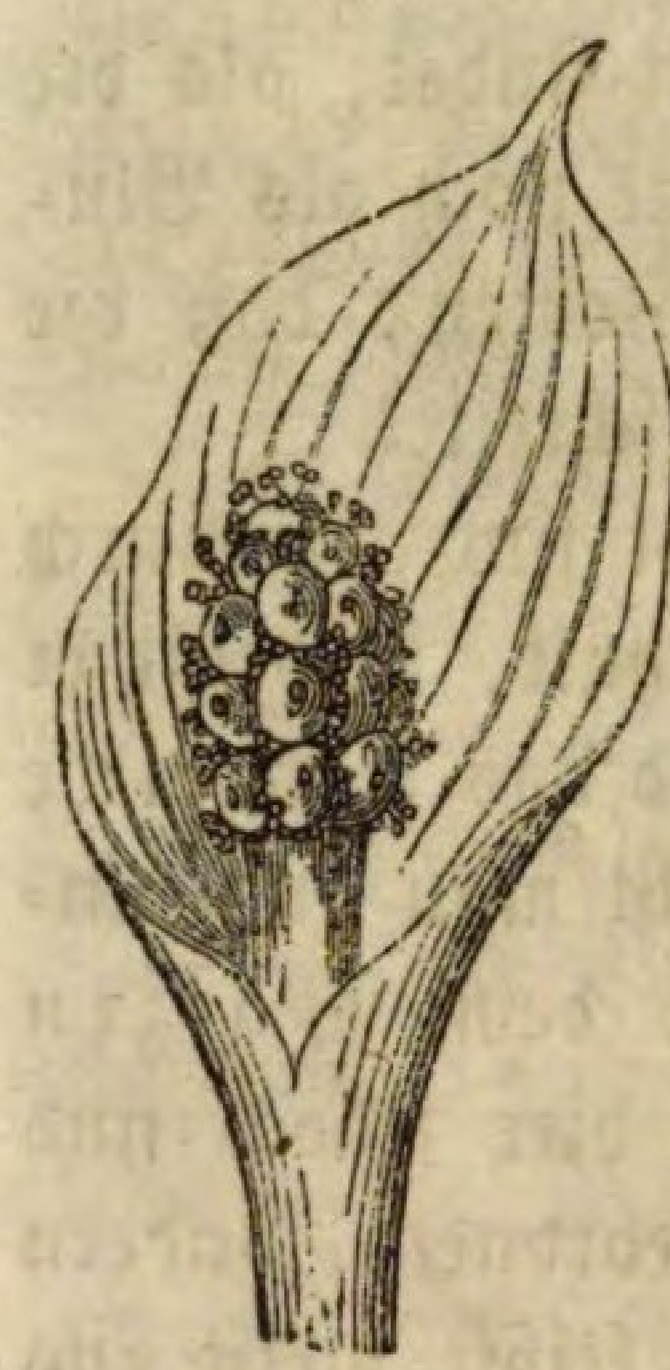


112.



Das *Kätzchen* (Fig. 112. von der *Birke*) stimmt in dem wesentlichen Puncte der Anordnung der Blüthen mit der Aehre überein; es besteht jedoch nur aus unvollkommenen Blüthen und fällt später, nach dem Verblühen oder der Fruchtreife, mit sammt der Spindel ab. Dieses ist der charakteristische Blüthenstand vieler unserer bekanntesten Waldbäume, als der Pappeln, Weiden, Hainbuchen u. s. w.

113.



Auch der Kolben (Fig. 113.) zeigt gleich den beiden vorigen Arten des Blüthenstandes sitzende Blüthen, welche hier aber auf einer verdickten, meist fleischigen Spindel aufsitzen und öfter ganz in deren Masse eingesenkt sind. Das angeführte Beispiel ist von einer arumartigen Pflanze: **Calla palustris**; bei diesen pflegt am Grunde des Kolbens ein tutenförmiges, öfter blumenartig gefärbtes Hochblatt als sogenannte Kolbenscheide vorzukommen.

Sind die an der Spindel gereihten Blüthen deutlich gestielt, so entsteht die Blüthentraube, wofür als Beispiel die in Anlagen so häufig cultivirte Traubenkirsche (**Prunus Padus**) und das Maiblümchen dienen mag. Bei diesem sind außerdem die Blüthenstielchen einseitswendig, und zugleich die Blumen überhängend. Dieser letztere Charakter kommt übrigens bei einzelnen Blüthen sowohl, als bei Blüthenständen und ihren Theilen häufig vor; wenn nämlich der entsprechende Stengeltheil zu schwach und schlaff ist, um das Gewicht der Blüthen oder später der Früchte aufrecht zu tragen, so wird er nickend, oder — wie in dem Fig. 112. abgebildeten Falle beim Kätzchen — hängend; oft sehen wir den hievon abhängenden Wechsel, der natürlich am Wesen der Blüthenstände nichts ändert, an denselben Theilen mit ihren verschiedenen Entwickelungsperioden eintreten, und zwar sind bald die Blüthen auf ihren Stielen aufrecht, die schwereren Früchte hängend, bald nickt der Blüthenstand in der Jugend und erstarkt später zur aufrechten Stellung.

114.



Die Rispe (Fig. 114.) ist eine Infloreszenz mit durchgehender Spindel und in der Art verzweigten Blüthenstielen, daß die Theilung der unteren am stärksten ist, die oberen aber stufenweise einfacher werden, so daß im Ganzen ein pyramidaler Umriß entsteht. Rispen kommen z. B. dem Hafer und den meisten unserer Wiesengräser zu, nur daß auch hier, wie oben bei den Grasähren, sogenannte Aehrchen, die öfters mehrblüthig sind, an der Spitze der Blüthenstiele stehen. Sind die

Blüthen der Rispe dicht zusammengedrängt, so wird sie Strauß genannt, wofür als bekannte Beispiele der spanische Flieder (Syringa) und der Weinstock zu nennen sind; natürlich ist der für den Fruchtstand des letztern gebräuchliche Ausdruck „Traube" wohl zu unterscheiden von der botanischen Bedeutung desselben Worts in dem obenangeführten Sinne.

115.



Die Doldentraube (Fig. 115.) hat gleich der Traube ungetheilte Blüthenstiele; diese sind aber nicht wie bei jener nahezu gleichlang, sondern die unteren übertreffen an Länge soweit die oberen, daß die Blüthen in eine Fläche nebeneinandergerückt werden. Dabei müssen natürlich die tiefer unten entspringenden gegen den Rand, die oberen aber mehr in's Innere dieser Fläche oder Scheibe zu stehen kommen; es geschieht daher hier das Aufblühen von außen nach innen oder gegen den Mittelpunct zu (centripetal). Uebrigens ist offenbar diese Art des Blüthenstandes von der Traube nur durch das gegenseitige Längenverhältniß der Blüthenstiele verschieden; auch sehen wir beide ineinander übergehen: beim Reps, der Kresse und vielen anderen Schotenpflanzen, deren Blüthenstand eine Doldentraube ist, die aber durch fortgehende Verlängerung der Spitze der Spindel sich allmählig in einen traubigen Fruchtstand umwandelt.

Denken wir uns bei einer Blüthentraube die Stengelglieder der Spindel ganz verkürzt und gleichsam ineinandergeschoben, so entsteht der Anschein, als wenn alle Blüthenstiele nahezu aus Einem Puncte entsprängen, und die Blüthen werden eine mehr oder weniger ebene oder gewölbte Fläche bilden; dieser Blüthenstand heißt Schirm oder Dolde. In Fig. 116. ist die einfache Dolde des Wasserliesch's (Butomus) dargestellt; wenn sich dagegen die Theilung in derselben Art wiederholt, so heißt die Dolde zusammengesetzt (Fig. 117.) und die zweiten Theilungen werden als Döldchen bezeichnet; diese Form ist charakteristisch für die sogenannten Schirmpflanzen (Umbelliferen), wohin unter anderen der Schierling, der Fenchel, die Petersilie, die Möhre gehören.

116.



117.



Da bei der Dolde die Ursprungsstellen der Blüthenstiele ganz nah zusammenrücken, so müssen auch die Bracteen, aus deren Achseln sie entspringen, dicht beisammen stehen; daher finden wir da, wo sich die Dolde in ihre Strahlen theilt, häufig eine mehrblättrige Hülle in Gestalt eines Kreises meist ungetheilter Blättchen; das gleiche Vorkommen an den kleinen oder Theildolden bezeichnen wir als: Hüllchen. Nur selten sind diese Doldenhüllen stark entwickelt und überragen die Blüthenstielchen, dagegen fehlen sie oft gänzlich und geben überhaupt durch ihr Vorhandenseyn oder Fehlen und durch ihre Beschaffenheit wichtige Unterscheidungskennzeichen für die zahlreichen Gattungen der Schirmpflanzen.

118.



119.

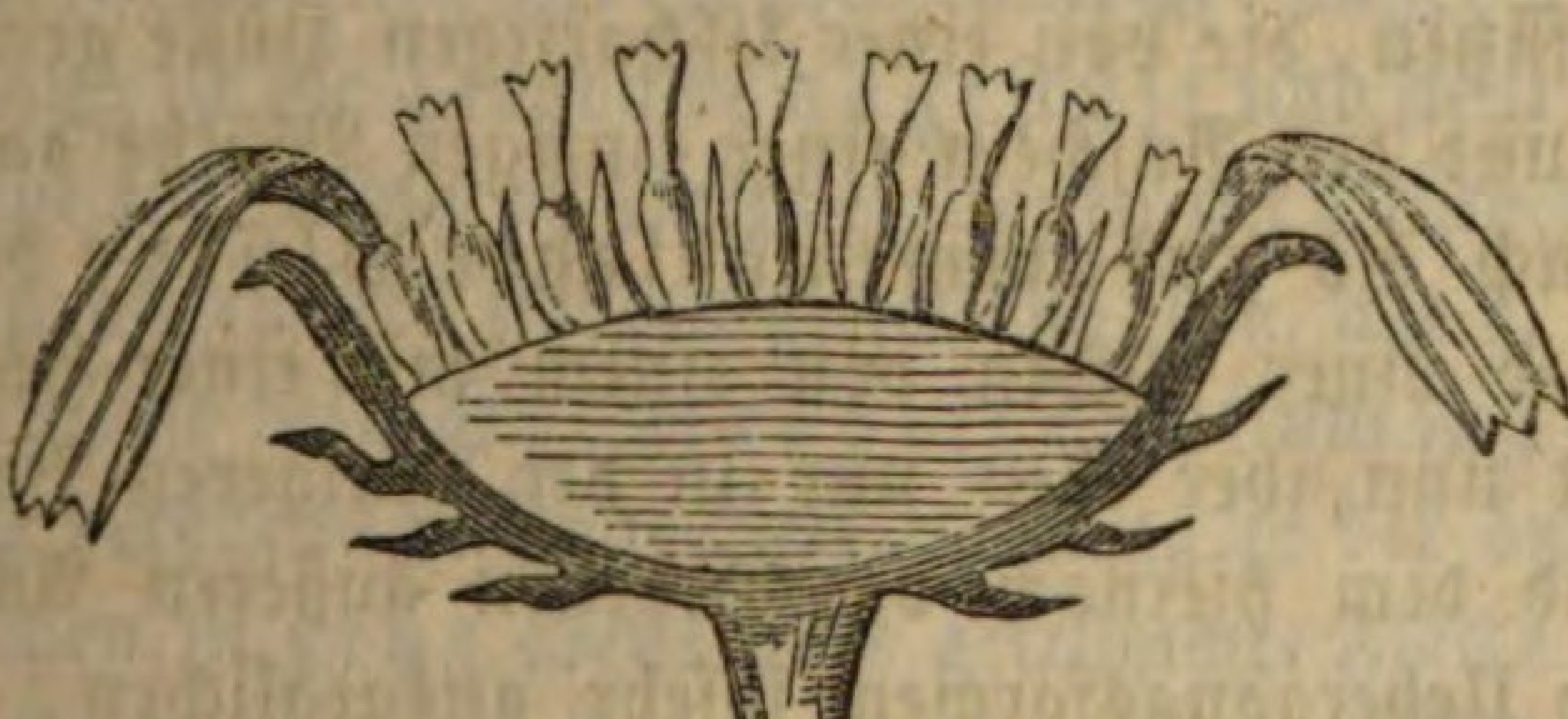


Wenn endlich der Stengeltheil, welcher die Blüthenstielchen trägt, und diese selbst so sehr verkürzt sind, daß der ganze Blüthenstand nur aus einer gedrängten, kugeligen oder länglichrunden Zusammenhäufung von Blumen zu bestehen scheint, so nennt man dieß: ein Köpfchen, wofür als bekanntes Beispiel die Arten des Klee's anzuführen sind. Die Figur 118. stellt das Blüthenköpfchen der Scabiose und Fig. 119. dasselbe im Durchschnitt nach Hinwegnahme der meisten Blüthchen vor. Auch hier erfolgt das Aufblühen von unten nach oben, und zugleich, weil die Stengelglieder der Blüthenspindel gleichsam ineinandergeschoben sind, von außen nach innen, also centripetal.

Die Hochblätter oder Bracteen sind bei dem Blüthenköpfchen, wenn sie vorhanden sind, natürlich dicht zusammengedrängt und theils zwischen die einzelnen Blüthchen vertheilt, theils am Grunde des Blüthenstandes zu einer Hülle vereinigt, welche denselben mehr oder weniger vollständig umschließt.

Eine besondere ausführlichere Betrachtung verdient die Form des Blüthenköpfchens, welche bei den korbblüthigen oder den Pflanzen mit zusammengesetzten Blüthen (Compositae) vorkommt. In diese große Pflanzenfamilie gehören z. B. von bekannteren Gewächsen: die Sonnenblume, der Löwenzahn und die Schwarzwurzel, die Aster, das Gänseblümchen; was man bei diesen gewöhnlich eine Blume nennt, das ist eigentlich eine Zusammenhäufung von vielen kleinen Blumen oder ein Blüthenstand, wie man sich beim Zerpflücken leicht überzeugen kann, namentlich bei der Sonnenblume, wo die einzelnen Blümchen groß genug sind, um alle wesentlichen Blüthentheile daran zu erkennen und zu sehen, daß jedes derselben ein besonderes (einsamiges) Früchtchen hervorbringt. (Siehe die nebenstehende schematische Darstellung des Durchschnitts einer Sonnenblume, Fig. 120.).

120.



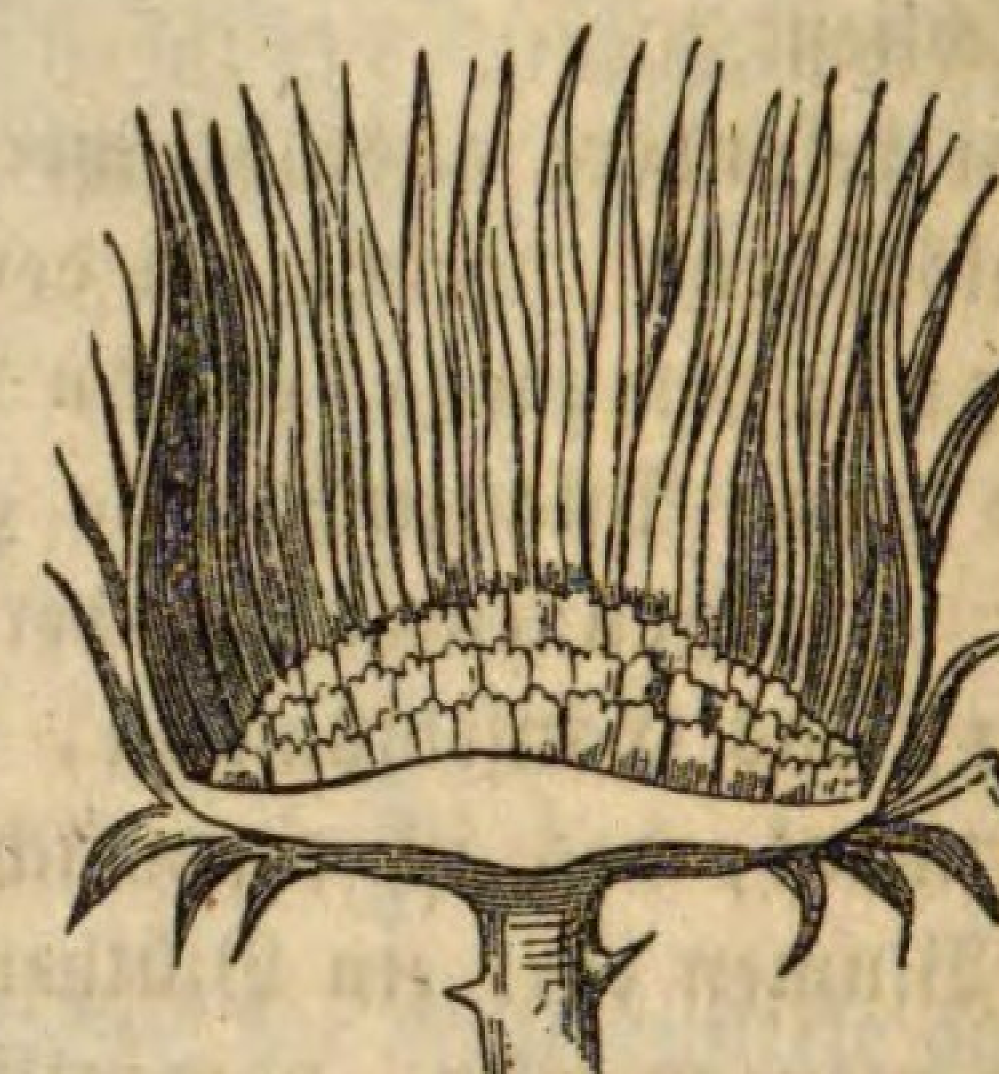
Es ist also hier eine Menge kleiner Blüthchen, die entweder gleichartig (wie beim Löwenzahn) oder deren äußeren anders gestaltet und gefärbt sind (wie bei der Aster), dicht zusammengedrängt, und zwar dadurch, daß der sie tragende Stengeltheil zu einem kegel- oder scheibenförmigen Körper umgewandelt ist, den man Blüthenlager nennt, und der die Grundlage des Ganzen bildet. Dieses Blüthenlager trägt aber außer den auf seiner oberen Fläche sitzenden Blüthchen auch noch zahlreiche Hochblättchen oder Bracteen, welche sich an seinem Grunde und rings am Umfang zu der aus einem oder mehreren Kreisen von Blättchen bestehenden Hülle vereinigen, die gewöhnlich irrthümlich als „Kelch" bezeichnet wird. Hiedurch erhält das Ganze das Ansehen eines mit Blüthen erfüllten Körbchens — daher diese Inflorescenz auch Blüthenkörbchen heißt. Wenn man die Blüthen aus dieser Hülle auspflückt, so erscheint der Boden des Körbchens, d. h. die

obere Fläche des Blüthenlagers entweder nackt (Fig. 121. 122.), nur mit den narbenartigen Ansatzpuncten der Blümchen bezeichnet, oder sie ist besetzt mit sogenannten Spreublättchen (Fig. 123.) nämlich häu=

121. 122. 123.





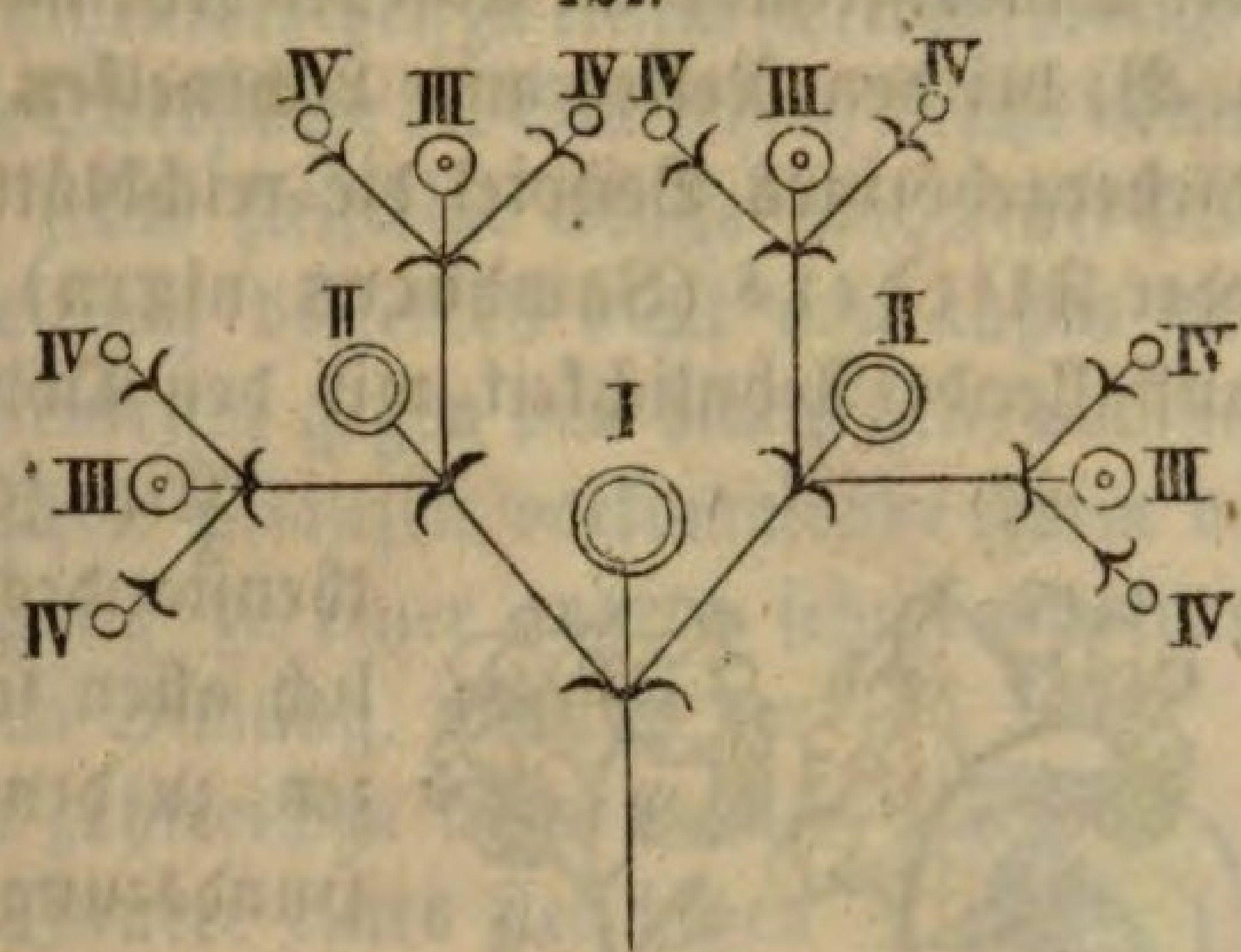


tigen Schüppchen, welche nichts anderes sind als die den Blüthen entsprechenden und gleich diesen sehr dichtstehenden Bracteen des Blüthenstands, und zwar die inneren, indeß die äußeren zu der Hülle zusammentreten. Eine solche Korbblüthe ist also ein Blüthenstand mit verkürztem und verbreitetem Stengeltheil, auf dessen oberer Fläche die zahlreichen Blüthchen aufsitzen, die von einer kelchartigen Hülle gemeinsam eingeschlossen sind und den Anschein einer einzigen Blüthe darbieten, daher das Ganze auch als zusammengesetzte Blüthe bezeichnet wird. Der Unterschied einer solchen von einem mit einer Hülle versehenen Köpfchen liegt nun aber eben nur in der innigeren Vereinigung der Blüthchen und dem hiernach verschiedenen äußeren Ansehen; zudem wird er durch Uebergangsformen sosehr ausgeglichen, daß wir, wie oben bemerkt, diese Inflorescenz der korbblüthigen Pflanzen nur für eine besondere Form des Blüthenköpfchens halten können.

Die bisher angeführten Blüthenstände stimmen darin überein, daß die Blüthenentwickelung bei ihnen von unten nach oben, oder von außen nach innen, also stets gegen das Ende oder den Gipfel der Hauptachse zu fortschreitet, ohne daß hier ein bestimmter Abschluß gegeben wäre, indem eben nur die weitere Erzeugung von Blüthen erlischt; deßhalb können wir diese bisher betrachteten (die centripetalen) Inflorescenzen auch als unbegränzte bezeichnen. Im Gegensatz hierzu haben wir nun im Folgenden begränzte Blüthenstände anzuführen, nämlich solche, wo die Achse sogleich mit einer Gipfelblüthe abschließt, unter welcher dann, meist nur zu zweien gegenüberstehend, die Seitenachsen entspringen, die ebenfalls wieder sogleich mit Gipfelblüthen schließen u. s. f.; als Erläuterung möge das nebenstehende schematische Bild einer solchen Inflorescenz (Fig. 124.) dienen, auf

welchem die Achsen erster, zweiter, dritter Ordnung mit I, II, III ꝛc. bezeichnet sind. Natürlich ist hier die am Ende der Hauptachse stehende Blüthe die zuerst entwickelte und ihr folgen dann die der Nebenachsen nach der Ordnungszahl; da jene nun im Mittelpunct steht, und diese sich, im Ganzen genommen, immer weiter

124.



und weiter nach außen entfernen, so wird die successive Entfaltung oder das Aufblühen auch vom Mittelpunct nach außen oder centrifugal stattfinden, wornach diese Klasse von Blüthenständen sich von den bisher betrachteten auf's Bestimmteste unterscheidet.

Wir bezeichnen die begränzten Blüthenstände, welche sich mehr oder weniger dem obenstehenden Schema nähern, als Trugdolden oder Cymen; sie kommen reich= oder armblüthig, einfacher oder mehrfach verzweigt vor, und zeigen namentlich nach dem gegenseitigen Längenverhältniß der Blüthenstiele ein sehr verschiedenartiges äußeres Ansehen. In letzterer Beziehung ist die Trugdolde abgestuft und stellt gleichsam eine umgekehrte Rispe vor, wenn die Verzweigungen der Blüthenstiele und die Blüthenstielchen allerwärts nahezu gleichlang sind, wie z. B. bei vielen Wolfsmilcharten und beim Hornkraut (Cerastium Fig. 126.); kommen aber durch verhältnißmäßige Verlängerung je der äußeren Nebenachsen die Blüthen in eine ebene oder gekrümmte Fläche zu stehen, so entsteht eine schirmartige Trugdolde (Fig. 125.), welche öfter

125.



126.



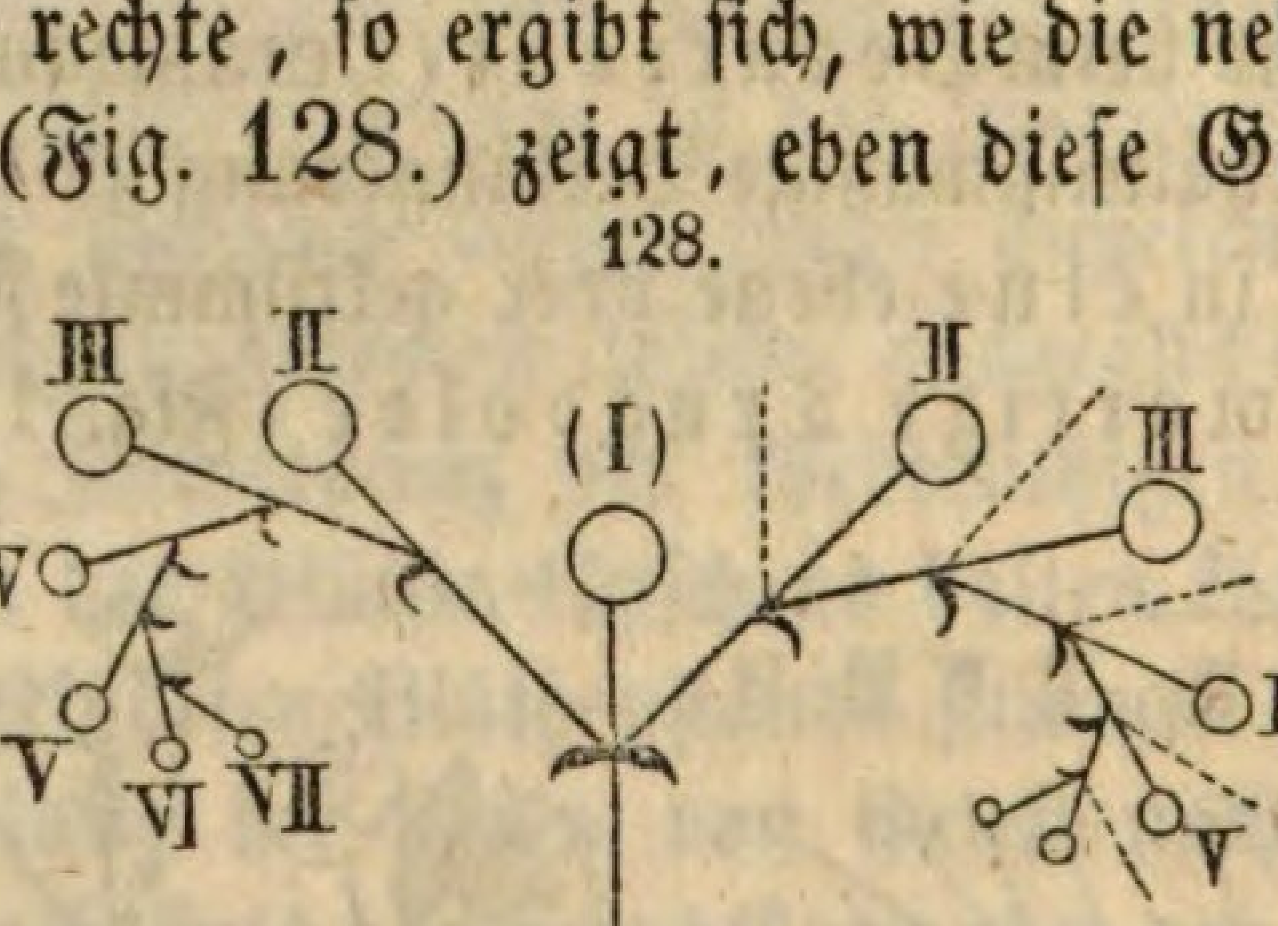
der Doldentraube im Ansehen sehr nahe kommt. Diese Form findet sich z. B. bei den Nelken und Lichtnelken; auch ist als ein sehr bekanntes hiehergehöriges Beispiel die reichblüthige Inflorescenz des Hollunders oder Flieders (Sambucus nigra) anzuführen, die im Aeußern eine auffallende Aehnlichkeit mit den Dolden mancher Schirmpflanzen hat.

127.



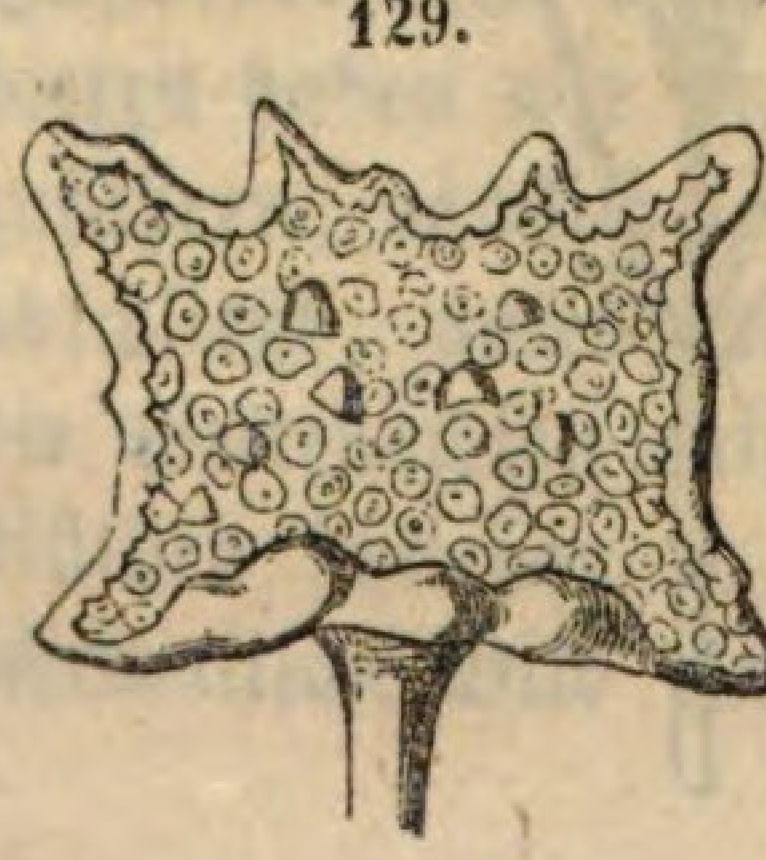
Eine sehr charakteristische Form des Blüthenstandes ist der Wickel, welcher namentlich allen sogenannten rauhblättrigen Pflanzen, zu denen unter andern der Boretsch, die Hundszunge und das Vergißmeinnicht (Myosotis Fig. 127.) gehören, zukommt. Die Spindel ist hier in zwei Gabeläste getheilt und diese tragen, nach der obern Seite hingewendet, die gestielten Blüthen aufgereiht, indeß die Bracteen nach der untern hin gerückt sind; das Ende dieser Gabeläste, auf dem die jüngern Blüthen sitzen, ist beiderseits nach außen schneckenförmig zurückgerollt oder aufgewickelt, woher eben der obige Name abzuleiten ist. Die Erklärung dieser Bildung ergibt sich leicht aus dem Vorigen; wenn man sich nämlich denkt, daß bei einer Cyme je die eine der Seitenachsen fehlschlägt, auf dem rechten Gabelast immer die linke, auf dem linken die rechte, so ergibt sich, wie die nebenstehende schematische Darstellung (Fig. 128.) zeigt, eben diese Gestalt des Blüthen-

128.



stands. Zugleich ist klar, daß das Aufblühen des Wickels von der — übrigens öfter fehlschlagenden — Mittelblüthe aus nach außen hin also centrifugal stattfindet.

129.



Auch hier schließen die Reihe solche Inflorescenzen, welche durch dichtes Zusammenrücken der Blüthen in Folge der Verkürzung der zugehörigen Stengelglieder den Anschein eines inniger zusammenschließenden Ganzen, gleichsam einer einfachen Blüthe gewähren. So ist beim Blüthenkuchen (Fig. 129.) der blüthentragende

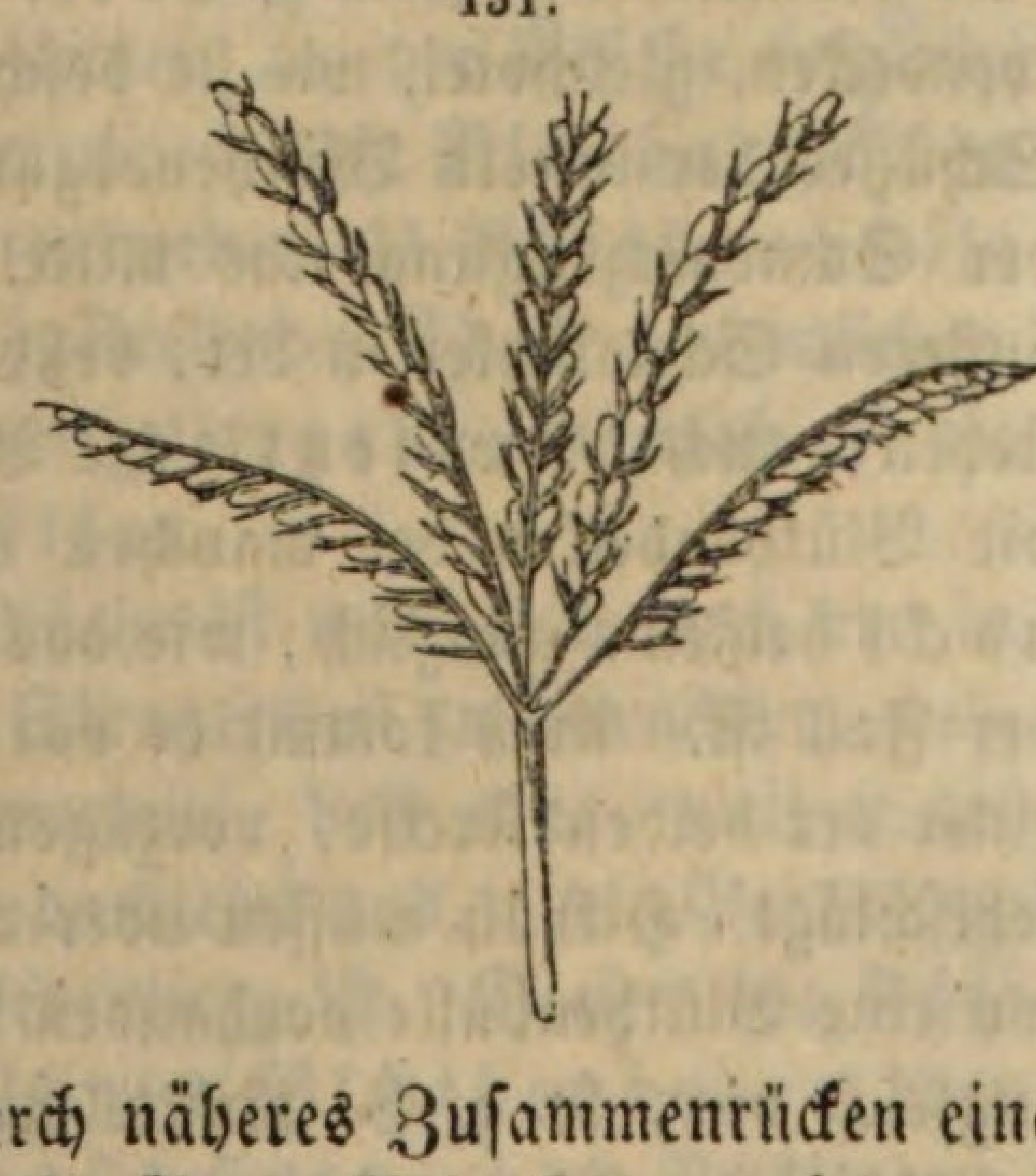
Stengeltheil, gerade wie beim Blüthenkörbchen zu einem scheibenförmigen Körper ausgebreitet, der auf seiner Oberfläche die Blüthchen, welche in dem abgebildeten Falle fast ganz in seine fleischige Masse eingesenkt sind, trägt; aber hier geht die Entfaltung derselben nicht von außen nach innen, sondern umgekehrt vom Centrum gegen den Rand hin, vor sich. Diese, nur bei einigen ausländischen Pflanzen vorkommende Form des Blüthenstands bildet den Uebergang zu einer andern sehr bemerkenswerthen, scheinbar ganz abnormen Bildung, nämlich der Feigenblüthe; hier sind die zahlreichen kleinen unvollkommenen Blüthchen in das Innere eines fleischigen birnförmigen Körpers eingeschlossen, den man, seinem äußeren Ansehen nach, gewöhnlich für die junge Frucht hält; es ist aber ein Blüthenstand, ein fleischiger Blüthenkuchen, der durch Einkrümmung seiner aufgerichteten Ränder oben bis auf eine kleine Oeffnung sich schließt und so die Blüthchen, statt auf einer obern Fläche, auf der Wand der innern Höhle trägt, wie das der in Fig. 130. dargestellte Durchschnitt einer blühenden „Feige" zeigt.

130.



Zum Schluß dieser Aufzählung der Hauptformen der Blüthenstände muß noch bemerkt werden, daß sie alle auf's Mannichfachste untereinander combinirt vorkommen — abgesehen von den schon oben angeführten Fällen der wiederholten Theilung nach demselben Typus — und finden wir hiebei öfter selbst begränzte Inflorescenzen zu unbegränzten vereinigt und umgekehrt. So finden wir Dolden in ähren- oder rispenartiger Anordnung, Aehren, welche doldenförmig stehen (Fig. 131. vom Fingergras), Cymen zu Aehren oder Rispen zusammengestellt u. s. f. Schließlich führen wir noch eine scheinbar einfache, aber ihrem eigentlichen Wesen nach ziemlich complicirte Inflorescenz, die der lippenblüthigen Pflanzen an, zu denen unter Andern der Salbei, die Münzen (Mentha) und der Quendel gehören; bei ihnen scheinen die Blüthen in achselständigen Quirlen zu stehen, welche häufig, wie z. B. bei der Pfeffermünze, durch näheres Zusammenrücken eine cylindrische Blüthenähre darstellen; bei näherer Betrachtung wird man jedoch jeden dieser Quirle aus zwei Hälften bestehend finden, entspre-

131.



chend den beiden gegenüberstehenden Blättern, welche ihn stützen, und jeder solche Halbquirl ist eine kleine Cyme oder Trugdolde, deren Mittelblüthe, entsprechend dem Typus der centrifugalen Entwickelung, zuerst sich entfaltet.

§. 7. Von den Theilen der Blüthe im Allgemeinen.

Die Blüthe besteht, wie oben gesagt wurde, aus einer Vereinigung von Organen, welche zum Zweck der Samenerzeugung eigenthümlich umgebildet sind; wir haben diese nun in ihrer Anordnung und Gestaltung, wovon wieder ihre Verrichtung abhängig ist, näher zu betrachten. Zunächst zeigen alle Blüthen, wenn wir die Aufzählung der Theile von unten oder von außen her beginnen, einen oder mehrere Kreise deutlich blattartiger Gebilde, welche, da sie zu äußerst oder im Umfang stehen, bei noch geschlossener Blüthenknospe und auch nach deren Entfaltung noch theilweise die inneren, zärteren Theile decken und schützen; wir bezeichnen sie daher in ihrer Gesammtheit als **Blüthendecke**; sie sind es vorzugsweise, denen die Blumen ihre Auszeichnung durch bunte Farben und angenehmen Geruch verdanken. Wenn diese Kennzeichen des zärtern Baues und der nicht grünen Färbung nur dem innern Kreis der Blüthendecken zukommt, so wird dieser **Blume** genannt und im Gegensatz der äußere krautartige Blattkreis: **Kelch**; wenn dagegen alle Theile der Blüthendecke in Gestalt und Beschaffenheit nahezu übereinstimmen, so heißt das Ganze: **Blüthenhülle** oder **Perigon**, welches dann bald kelchartig — wie bei der Grasblüthe — bald blumenartig, wie z. B. bei der Tulpe seyn kann. Da die Blüthendecken, gleichviel, wie sie beschaffen sind, vor Allem den Zweck des Schutzes der innern Blüthenorgane erfüllen, so tragen sie zum Zweck der Samenerzeugung nur mittelbar, nämlich durch Abhaltung der äußeren Schädlichkeiten bei; deßhalb heißen die Theile, woraus sie bestehen, auch *unwesentliche* Blüthenorgane. Wirklich fehlen auch die Blüthendecken bei manchen unvollkommenen Blüthen, die dann *nackt* heißen, gänzlich, wie das z. B. bei mehreren Wassergewächsen der Fall ist. Auch kommt es vor, daß bei der doppelten Blüthendecke einer der beiden Kreise, vorzugsweise der innere, die Blume nämlich, fehlschlägt. Hievon müssen aber *die* Fälle wohl unterschieden werden, wo eine Blüthenhülle vorhanden ist, denn diese stellt Kelch und Blume zugleich vor; so z. B. könnte man glauben, bei der Tulpe sey eine sechsblättrige Blumenkrone vorhanden und der Kelch fehle; es ist aber

vielmehr ein blumenartig gefärbtes Perigon, dessen äußerer dreiblättriger Kreis den Kelch, der innere, ebenfalls dreizählige, die Blume vorstellt.

Zunächst auf die Blattkreise der Blüthendecke folgen nach innen zu die Staubgefäße oder diejenigen Organe, welche den Pollen oder Blüthenstaub erzeugen. Daß auch diese als umgewandelte Blattgebilde betrachtet werden müssen, zeigt ihre Stellung, ihr nicht selten vorkommendes stufenweises Uebergehen in die Blumenblätter, sowie die Analogie ihrer Bildung und ihres Baues, wie unten im Einzelnen wird nachgewiesen werden. Wir können sie darum auch als „Staubblätter“ bezeichnen, denn ihr wesentliches Kennzeichen besteht eben in der in ihrem Innern vorgehenden Erzeugung des Blüthenstaubs, der dazu bestimmt ist, die Anregung zur Entstehung und Ausbildung des Samens zu geben; da aber ohne diese Anregung, die im Act der Befruchtung geschieht, kein keimfähiger Samen erzeugt werden kann, so sind die Staubgefäße wesentliche Blüthenorgane.

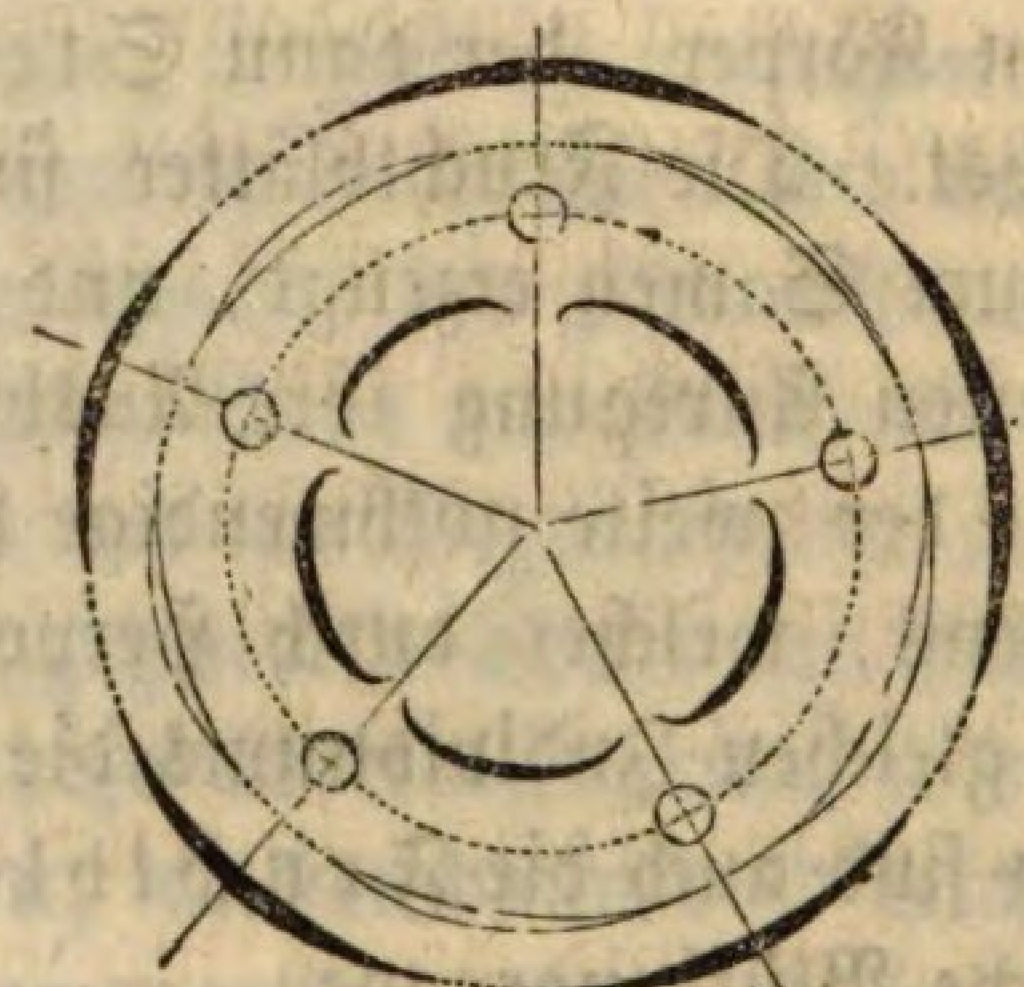
Die Fruchtblätter endlich bilden den innersten Kreis der Blüthenorgane, welcher eben als der innerste in sich selbst geschlossene häufig zu einem äußerlich einfach erscheinenden Körper, der dann Stempel oder Pistill genannt wird, verwächst. Die Fruchtblätter sind die Stätte, an der sich die erste Anlage zum Samen erzeugt, und wo sie nach der durch die Befruchtung gegebenen Anregung ihre Ausbildung und Vollendung erhält; daher sind sie der zweite nothwendige Factor zur Erzeugung des keimfähigen Samens, welcher durch Hervorbringung eines neuen, der Mutterpflanze gleichen Individuums die Fortpflanzung der Art sichert. Darum also sind auch die Fruchtblätter gleich den Staubgefäßen wesentliche Blüthenorgane.

Wir haben also von außen nach innen an der Blüthe folgende Kreise von Blattgebilden kennen gelernt: 1) die Blüthendecken oder die unwesentlichen Blüthentheile, entweder als Blüthenhülle oder getrennt in Kelch und Krone auftretend; 2) die wesentlichen, samenerzeugenden oder Fortpflanzungsorgane, nämlich a) die Staubblätter, b) die Fruchtblätter.

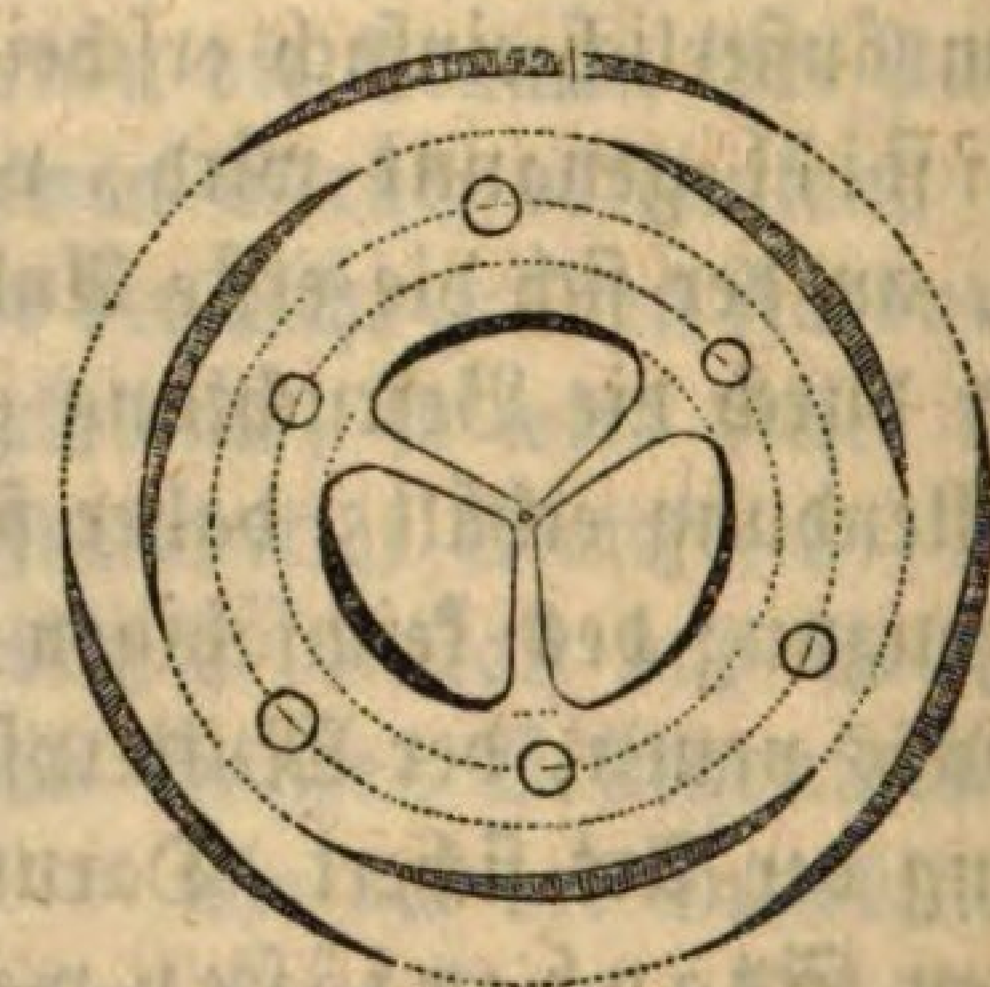
Außer diesen Blattorganen der Blüthe ist nun auch noch der in ihre Zusammensetzung mit eingehende Stengeltheil zu betrachten, welcher zwar im Aeußern meist wenig hervortritt, doch aber, weil er die Anheftungspuncte für die Blattgebilde darbietet und so die Grundlage des Ganzen bildet, von wesentlicher Bedeutung ist. Dieser, die Achse der Blüthe bildende Theil des Stengels wird Blüthenboden oder Receptaculum genannt, und zeichnet sich stets durch die Verkürzung seiner Glieder aus, so daß er einen kegel- oder scheibenförmigen Kör-

per vorstellt, auf welchem die genannten Blattorgane in der Regel in Kreisen oder Quirlen, und nur wenn sie in größerer Anzahl vorhanden sind, wie z. B. die Blumenblätter der weißen Seerose oder die Staubgefäße des Mohns in sehr flachgewundenen Spiralen angereiht sind, wobei sie in ihrer Anordnung durchaus den oben angedeuteten Gesetzen der Blattstellung folgen. Es ist an jenem Orte (S. 29.) bereits erwähnt worden, daß Quirle in Bezug auf ihre gegenseitige Stellung stets miteinander abwechseln oder alterniren, so daß je der dritte genau über den ersten, der vierte über den zweiten zu stehen kommt u. s. w.; dieses gilt nun auch für die Stellung der quirlständigen Blüthentheile, wenn die Quirle einfach und gleichzählig sind, als Regel; daher sehen wir stets in solchen Fällen die Blumenblätter in die Zwischenräume der Kelchblätter fallen, dagegen die Staubgefäße wieder vor den Kelchblättern und die Fruchtblätter vor den Blumenblättern. Dieß ist in dem nebenstehenden (idealen) Grundriß einer regelmäßig fünfzähligen Blüthe (Fig. 132.) dargestellt, sowie in dem einer dreizähligen (Fig. 133.), nur daß in letzterem Falle, entsprechend der aus

132.



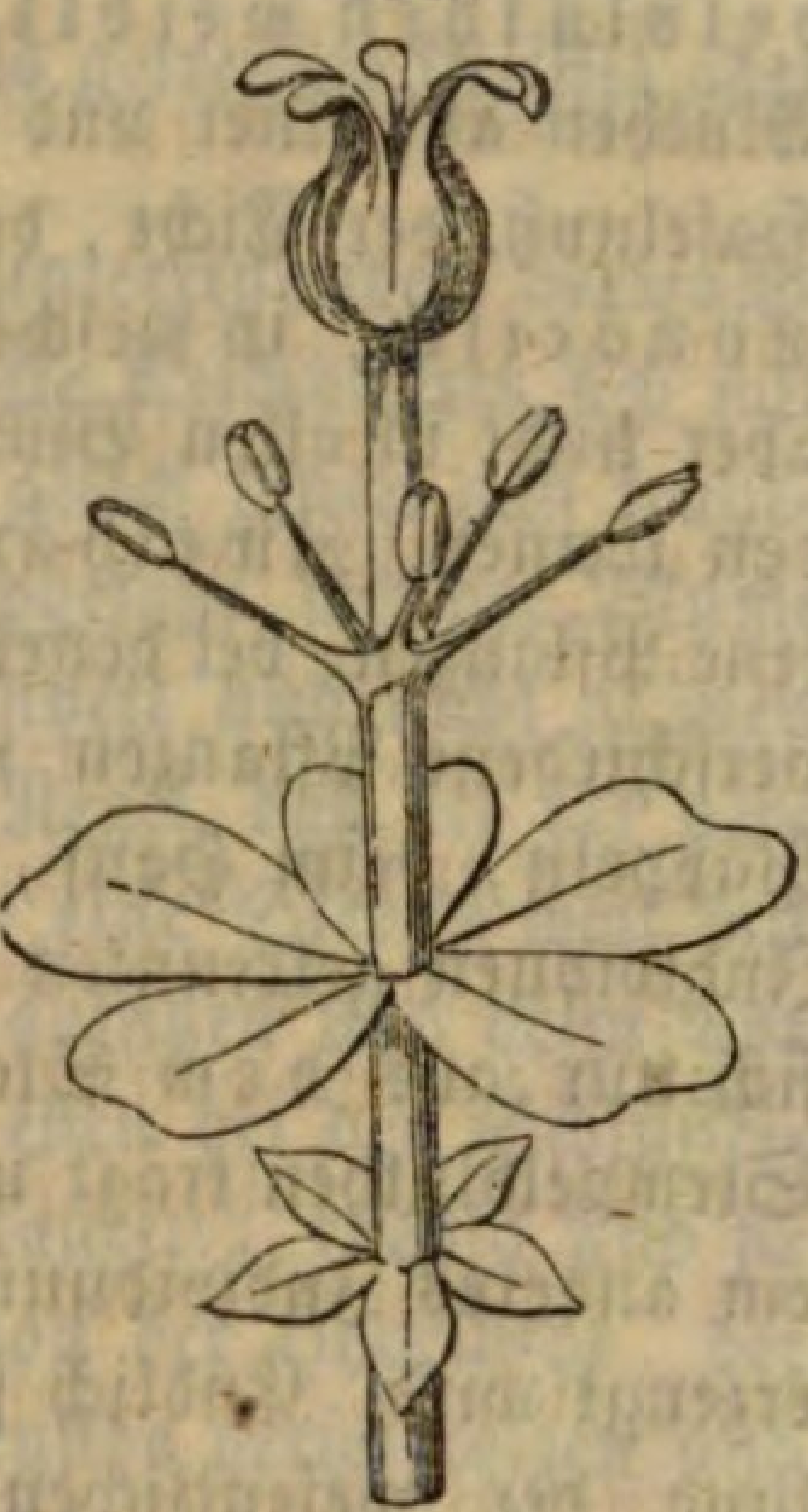
133.



zwei Kreisen bestehenden Blüthenhülle auch ein doppelter Kreis von Staubgefäßen vorhanden ist. Daß, wie diese Grundrisse zeigen, die Theile der Blüthe in concentrischen Kreisen angeordnet sind, so daß die entsprechenden Quirlglieder nicht über, sondern vor einander stehen, dieß kommt eben von der Verkürzung der zwischen ihnen stehenden Internodien oder Stengelglieder her.

Diese Verkürzung der Stengelglieder ist charakteristisch für die Blüthenachse, sowie daß sie sich nie über die Blüthe hinaus verlängert und nie Seitenachsen treibt; nur das unmittelbar die Fruchtblätter tragende Internodium verlängert sich manchmal und erscheint dann als ein den Stempel tragender Stiel. Würden alle Stengelglieder, welche mit an der Blüthenbildung Theil nehmen, gestreckt seyn, so müßten die einzelnen Blattkreise in der Weise auseinander gehoben werden, wie die

134.



schematische Figur 134. darstellt, woraus man sieht, daß eigentlich diese Kreise sich von oben nach unten an der Blüthenachse folgen; in der Wirklichkeit jedoch erscheinen sie durch Verkürzung der Stengelglieder ineinander gerückt, und daher in concentrische, oft scheinbar in einer Ebene liegende und von außen nach innen aufeinander folgende Kreise gestellt.

Nicht alle Blüthen sind vollkommen, d. h. mit sämmtlichen obengenannten Blattkreisen versehen; daß von den beiden äußern derselben, welche die Blüthendecke bilden, bald der eine, bald der andere, auch wohl beide fehlen können, wurde bereits angeführt; öfter entsteht auch der Anschein hievon durch frühes Abfallen der Theile, wie z. B. beim Mohn, wo der Kelch beim Aufbrechen der Blüthenknospe abgeworfen wird und so der entfalteten Blüthe zu fehlen scheint. Daß die wesentlichen oder Fortpflanzungsorgane gänzlich fehlen, kommt nur selten vor und man nennt dann solche nur aus den Blüthendecken bestehende Blumen, wie sie z. B. die cultivirte Hortensie und der Gartenschneeballen zeigt: geschlechtslose. Häufiger geschieht es, daß die beiderlei wesentlichen Blüthenorgane auf verschiedene Blüthen vertheilt sind, welche dann eingeschlechtig oder diclinisch heißen; den einen, nämlich den Staubgefäßblüthen wird dann der Kreis der Fruchtblätter, den Stengel- oder Fruchtblüthen aber der der Staubgefäße fehlen; es können dann auch nur letztere Früchte und Samen reifen und dieses nur nachdem eine Befruchtung durch die entsprechenden Staubblüthen stattgefunden hat. Wir finden hier in den Fortpflanzungsorganen dasselbe Verhältniß wie bei den Geschlechtern im Thierreich, wo auch die Thätigkeit von zwei Factoren, nämlich eine Einwirkung der befruchtenden, männlichen auf die zu befruchtenden weiblichen Organe zur Hervorbringung des Jungen und somit zur Fortpflanzung der Art unerläßlich ist; man benennt daher nach dieser Analogie, welche aber nicht als eine vollkommene Gleichheit der Verhältnisse aufzufassen ist, die Staubgefäße als die männlichen (befruchtenden), die Fruchtblätter aber, welche den Samen in sich ausbilden, als die weiblichen Blüthentheile. Hiernach sind also die beiderlei Organe einschließenden Blüthen, welche bei weitem die Mehrzahl ausmachen, Zwitter oder hermaphroditische (☿); bei den diclinischen oder eingeschlechtigen Blüthen dagegen sind die, welche die Staubgefäße enthalten: männlich (♂), die Stem-

pelblüthen weiblich (♂). Wenn diese männlichen und weiblichen Blüthen auf einer und derselben Pflanze sich finden, wie z. B. bei der Haselnuß, der Eiche, der Fichte, so heißen dieselben einhäusig oder monöcisch, in welchem Falle also auf jedem einzelnen Individuum, aber nicht in allen Blüthen desselben sich Frucht und Samen wird bilden können. Zweihäusig oder diöcisch heißen im Gegensatz hiezu jene Pflanzen, bei denen Staub- und Stengelblüthen auf zwei verschiedene Pflanzen vertheilt sind, wie z. B. bei den Weiden und Pappeln, beim Hanf, beim Wachholder der Fall ist; hier sind die Individuen getrennten Geschlechts, wie im Thierreich, der Same kann sich nur aus dem Stamm ausbilden, welcher die Fruchtblatt- oder Stempelblüthen trägt und zwar nur nach geschehener Befruchtung durch ein anderes Individuum, in dessen Staubgefäßen befruchtender Pollen erzeugt wird. Endlich findet sich noch ein besonderer Fall der Vertheilung der wesentlichen Fortpflanzungsorgane bei den sogenannten mischgeschlechtigen oder polygamischen Pflanzen, wohin unter Andern der Ahorn gehört; hier sind nämlich neben getrennten männlichen und weiblichen Blüthen auch noch zwitterige, mit beiderlei wesentlichen Fortpflanzungsorganen versehene, vorhanden.

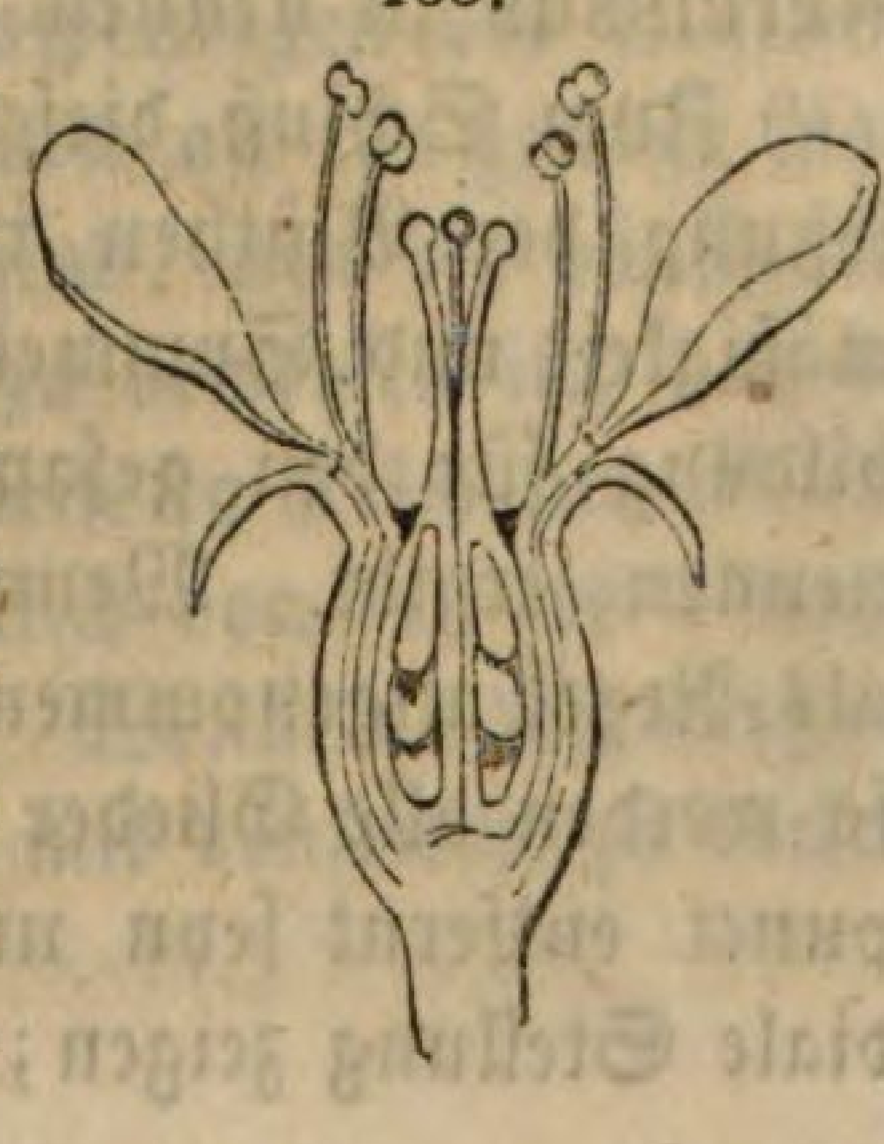
Die Theile der Blüthe zeigen sich häufig in verschiedener Weise untereinander verwachsen, wofür der Grund offenbar in ihrer gedrängten Stellung zu suchen ist. Eine Verwachsung der Glieder ein und desselben Kreises findet am häufigsten bei den Blüthendecken statt, indem ihre Blätter mit den Rändern untereinander verschmelzen. So entstehen die sogenannten einblättrigen Kelche und Blumenkronen, wofür wir als Beispiel die Schlüsselblume anführen, und in derselben Weise erscheint z. B. beim Maiblümchen die Blüthenhülle einblättrig; richtiger jedoch nennen wir diese Bildungen verwachsenblättrig, da sie ja aus einem mehrgliedrigen Quirl entstanden sind; auch ist die Zahl der ursprünglich diesen Quirl bildenden Theile meist noch deutlich an deren freien Spitzen zu erkennen. Man nennt den untern Theil solcher verwachsenblättrigen Blüthendecken die Röhre, den obern meist ausgebreiteten und in eine bestimmte Anzahl von Zipfeln mehr oder weniger tief getheilten Rand aber den Saum. Diese Zipfel des Saumes sind, wie oben gesagt wurde, als die freien, unverwachsenen Spitzen der den Quirl bildenden Blätter zu betrachten, deren wir hiernach bei der Schlüsselblume 5, bei der Syringe 4, beim Maiblümchen und der Hyacinthe 6 anzunehmen haben. — Die Staubgefäße verwachsen seltener und meist nur am Grunde mit einander; dagegen ist, wie schon oben angeführt wurde, die Verschmelzung des Fruchtblattkreises zu einem einfachen Stengel gewöhnlich, wobei jedoch ebenfalls

die Spitzen der verwachsenen Blattorgane — als getrennte Griffel oder Narben (s. unten) — frei zu bleiben pflegen.

Wenn verschiedene Blattkreise der Blüthe untereinander verwachsen, so geschieht dieses vorzugsweise so, daß die Kelchblätter sich mit dem Kreis der Fruchtblätter vereinigen, welche gleich ihnen von krautartiger Beschaffenheit sind, und daß die Staubgefäße mit der Blume verwachsen, mit der sie in der zarten Beschaffenheit und nicht grünen Färbung übereinstimmen. Namentlich gilt als Regel, daß bei der verwachsenblättrigen Blumenkrone die Staubgefäße eine Strecke weit mit der Röhre verschmelzen, so daß sie auf dieser aufsitzen und beim Abpflücken derselben sich mit ablösen, wie z. B. eben bei der Schlüsselblume, beim Salbei und allen verwandten Pflanzen; ebenso sind sie auch bei dem einblättrigen blumenartigen Perigon der Hyacinthe, der Sternblume u. s. w. mit dessen Röhre am Grunde verschmolzen und scheinen so auf letzterer, nicht auf der Blüthenachse aufzusitzen.

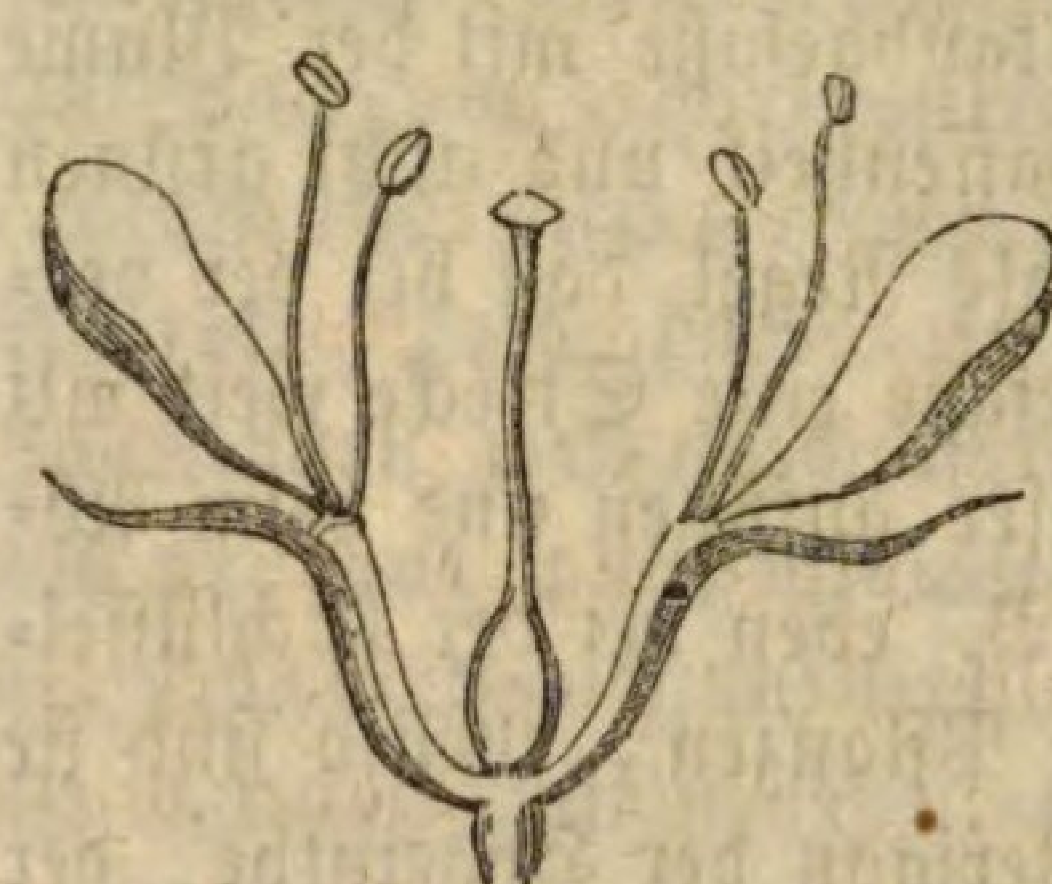
Eine besondere Beachtung verdient der andere obengenannte Fall, nämlich die Verwachsung des Kelches (und der Blüthenhülle) mit dem Fruchtblattkreis. Auch diese geschieht fast nie vollständig, sondern der obere Theil beider Kreise — einerseits die Zipfel des Kelchsaums, andererseits Griffel und Narben — pflegen frei zu bleiben, und die Verschmelzung findet nur zwischen dem unteren Theil des Stempels, dem Fruchtknoten und der Kelchröhre, statt. Hierdurch entsteht dann der Anschein, als wenn der Fruchtknoten gleich auf der Spitze des Blüthenstiels aufsäße, also tiefer stünde, als die anderen Blüthentheile, daher er dann **unterständig** genannt wird; dieser Anschein kommt aber nur von seinem Verwachsenseyn mit der Kelchröhre her, woran, wegen ihrer Stellung zwischen beiden, auch der Kreis der Blumenblätter und Staubgefäße theilnehmen müssen. Daher erscheinen hier beide innerhalb des Kreises der Kelchzipfel hinaufgerückt und gleich diesen über dem Fruchtknoten stehend oder **oberständig** (**epigynisch**); zur Veranschaulichung hievon möge der nebenstehende senkrechte Durchschnitt einer **Apfelblüthe** (Fig. 135.) dienen, auf welchem die Grenzen der Verwachsungen angedeutet sind; man wird hieraus ersehen, daß auch hier die normale Reihenfolge der Blattkreise, welche die Blüthe bilden, ursprünglich vorhanden ist und daß nur durch die theilweise Verschmelzung derselben untereinander der Schein einer abweichenden Anordnung hervorgerufen wird. Auch die aus einem solchen unterständigen Fruchtknoten sich bildende Frucht muß un-

135.



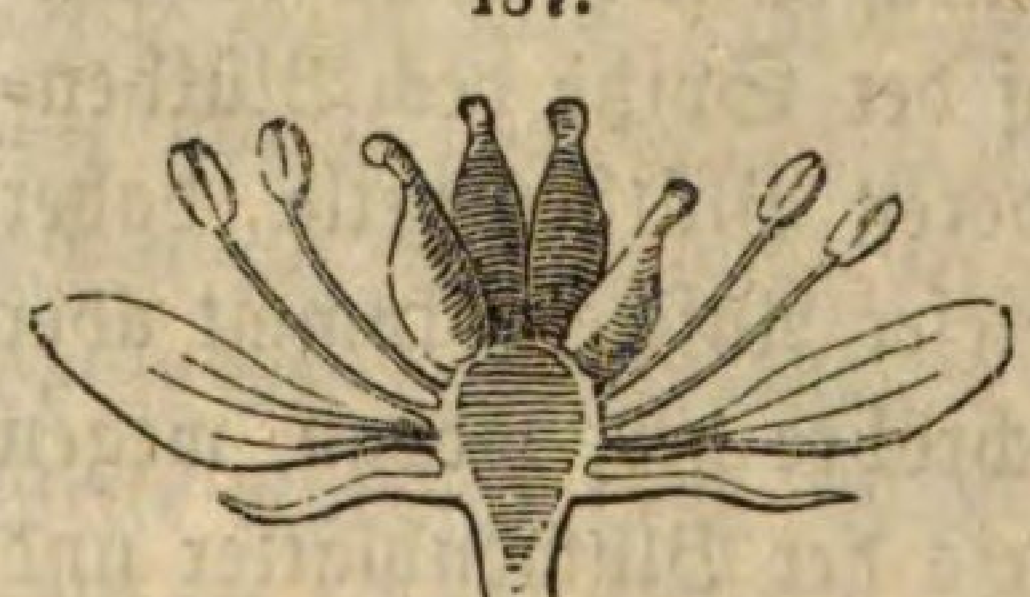
terständig seyn und wird daher, wie beim Apfel und der Birne, die Ueberreste des Kelches auf ihrer Spitze tragen, indeß die angewachsene Kelchröhre mit an der Fruchtbildung Theil nimmt. Vergleichen wir hiemit die Blüthe des Steinobsts, z. B. der Kirsche, Aprikose oder Schlehe (Fig. 136.), so sehen wir hier den Fruchtknoten frei und den Kelch unterständig (hypogynisch), daher er auch nicht mit der Frucht weiterwächst, sondern gleich nach der Blüthezeit abfällt; jedoch stehen auch hier die Staubgefäße und Blumenblätter auf dem Kelchrand, und wir müssen demnach ebenfalls ein Verwachsenseyn ihrer Basis mit der Kelchröhre annehmen.

136.



Ganz ähnlich ist auch der Fall bei der Rose und gar manchen andern Blüthen, deren Staubgefäße (und Blumenblätter) man als umständig (perigynisch) bezeichnet, weil sie bis zu einer gewissen Höhe dem nächstgelegenen Kreise der Blüthendecke angewachsen sind; indeß man sie genauer kelch- oder blüthenhüllständig nennen würde. Wenn dagegen alle Blattkreise der Blüthe frei, d. h. nicht untereinander verwachsen sind, so werden sie in der oben angegebenen normalen Folge auf dem Blüthenboden angeordnet seyn, (Fig 137.) und die Fruchtblätter oder der Stengel werden wirklich oberständig seyn, d. h. auf der Spitze der Blüthenachse stehen, wie z. B. beim Ranunkel und einer großen Anzahl anderer Blüthen.

137.



Derselbe Unterschied des oberständigen oder freien und des unterständigen oder mit den Blüthendecken verwachsenen Fruchtknotens kommt auch bei den mit einer Blüthenhülle versehenen Pflanzen vor; als bekannte Beispiele für ersteren Fall sind die Tulpe und Kaiserkrone, für letzteren die Sternblume und andere Arten der Gattung Narcissus zu nennen.

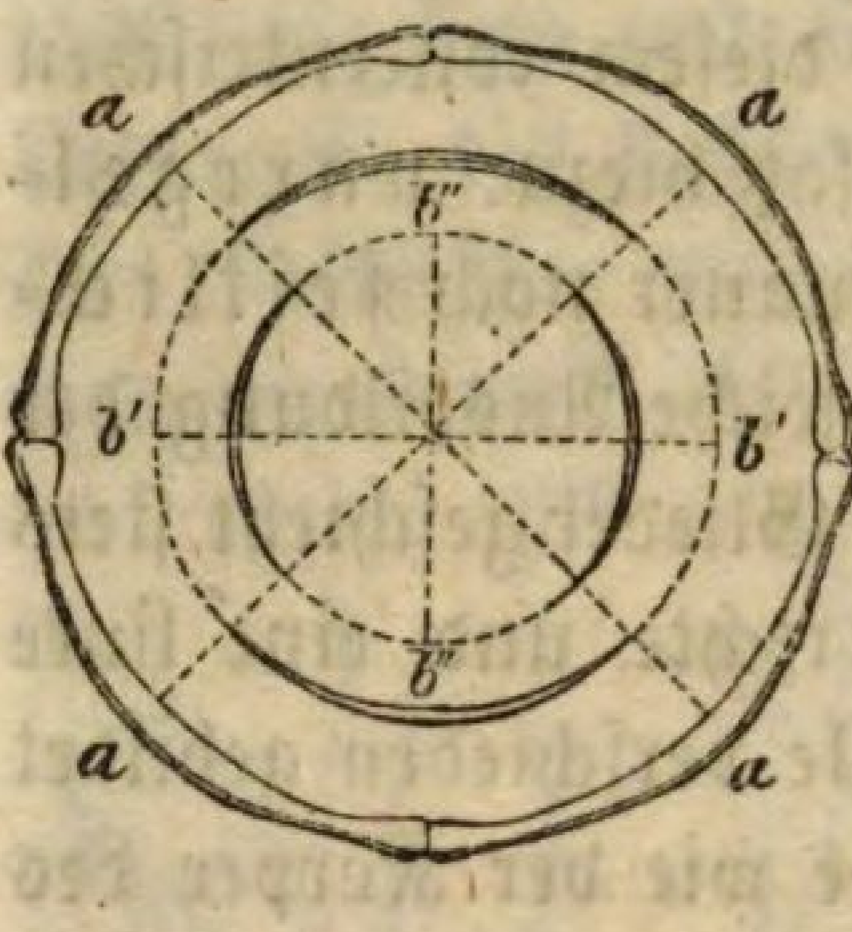
Zum Schluß dieser Betrachtung des Baues und der Zusammensetzung der Blüthen ist noch Rücksicht zu nehmen auf die Regelmäßigkeit und Symmetrie, welche sich aus ihrer Anordnung und Ausbildung für den gesammten Complex von Theilen, den wir Blüthe nennen, ergibt. Wenn alle Theile einer Blüthe, sowie wir es bisher als Regel angenommen haben, in concentrische Kreise angeordnet sind, so werden alle Glieder des gleichen Kreises gleichweit von dem Mittelpunct entfernt seyn und somit im Ganzen eine sternförmige oder radiale Stellung zeigen; wir nennen solche Blüthen, wie sie der Mehr-

zahl der vollkommneren Pflanzen zukommen: regelmäßig. Die anderen Formen, welche mehr oder weniger von diesem concentrischen oder radialen Typus abweichen, heißen im Gegensatz hiezu: unregelmäßig; richtiger sind sie symmetrisch oder genauer noch seitlich-symmetrisch zu nennen; denn die durch ungleiche Ausbildung der gleichnamigen oder zu demselben Kreis gehörigen Glieder geschieht stets nur so, daß genau einander entsprechend eine rechte und eine linke Hälfte entsteht, indeß oben und unten die Theile verschieden gebildet sind. Solche Blüthen lassen sich daher — gerade wie der Körper des Menschen — durch eine senkrechte Durchschnittsfläche in zwei gleiche Hälften theilen, während bei einer wagrechten Halbtheilung der obere und der untere Abschnitt durchaus verschieden erscheinen, wie z. B. bei den Lippenblumen oder den Orchisblüthen leicht zu sehen ist. Dabei pflegt übrigens der Fruchtblattkreis regelmäßig, d. h. concentrisch angeordnet zu bleiben, wenn er nicht, was auch oft vorkommt, auf ein einziges Glied reducirt ist. Wegen des nähern Details dieser seitlich symmetrischen oder sogenannten unregelmäßigen Bildungen, welche am deutlichsten an der Blumenkrone hervorzutreten pflegen, verweisen wir auf die nächstfolgenden Abschnitte.

§. 8. Von den Blüthendecken.

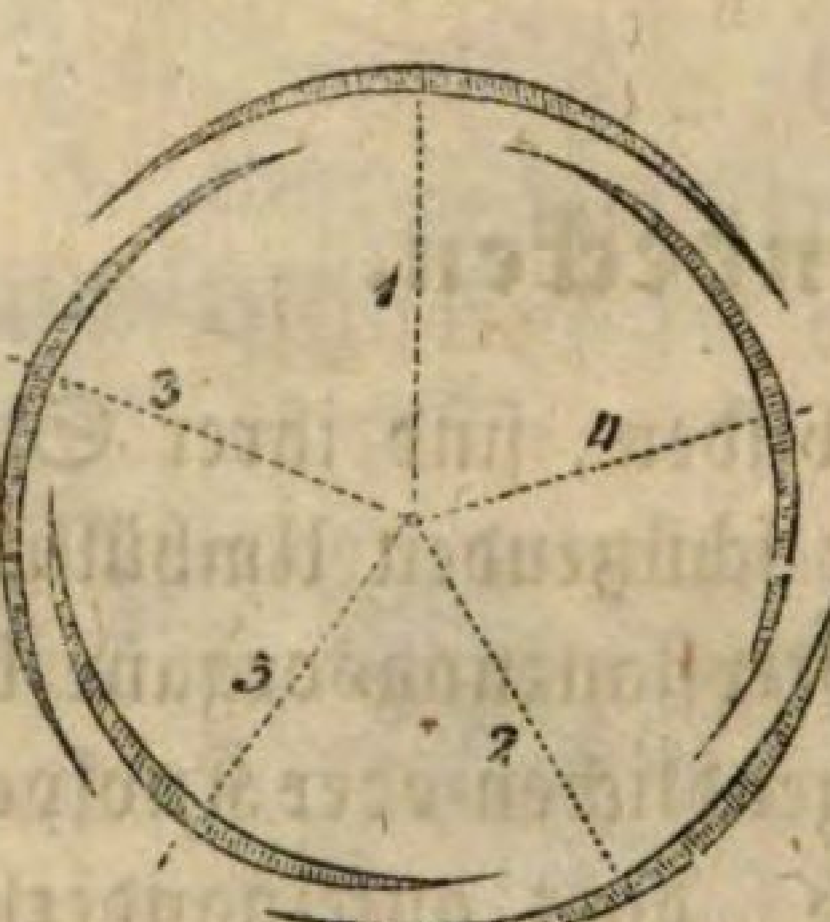
Die Blattkreise, welche die Blüthendecke bilden, sind ihrer Stellung und Beschaffenheit nach vorzugsweise zur schützenden Umhüllung der das Innere der Blüthe einnehmenden Fortpflanzungsorgane bestimmt, und besonders ist dieses während des jugendlichen oder Knospenzustands der Blüthe, zu welcher Zeit sie noch, dicht aufeinanderliegend, eine geschlossene Decke bilden, ihre Verrichtung. Die Lage, welche diese Blattorgane während ihres Jugendzustands in der Blüthenknospe einnehmen, bezeichnen wir als ihre Präfloration oder Knospenlage; sie ist gleich der Knospenlage der Laubblätter leicht auf einem Querschnitte zu erkennen, wo sie gleichsam im Grundriß aufgezeichnet erscheint. Wir führen von diesen Knospenlagen der Blüthendecken, welche für die einzelnen Pflanzenarten und oft für gewisse Gattungen oder größere Gruppen charakteristisch sind, nur die häufigeren und ausgezeichneteren Fälle auf, wobei noch zu bemerken ist, daß bei einer Gliederung der unwesentlichen Blüthentheile in Kelch und Blume jeder der beiden Kreise seine eigene oft beträchtlich von der des benachbarten abweichende Präfloration haben kann. Wenn die Blattorgane mit den Rändern aneinander stoßen ohne sich mit denselben zu decken,

138.

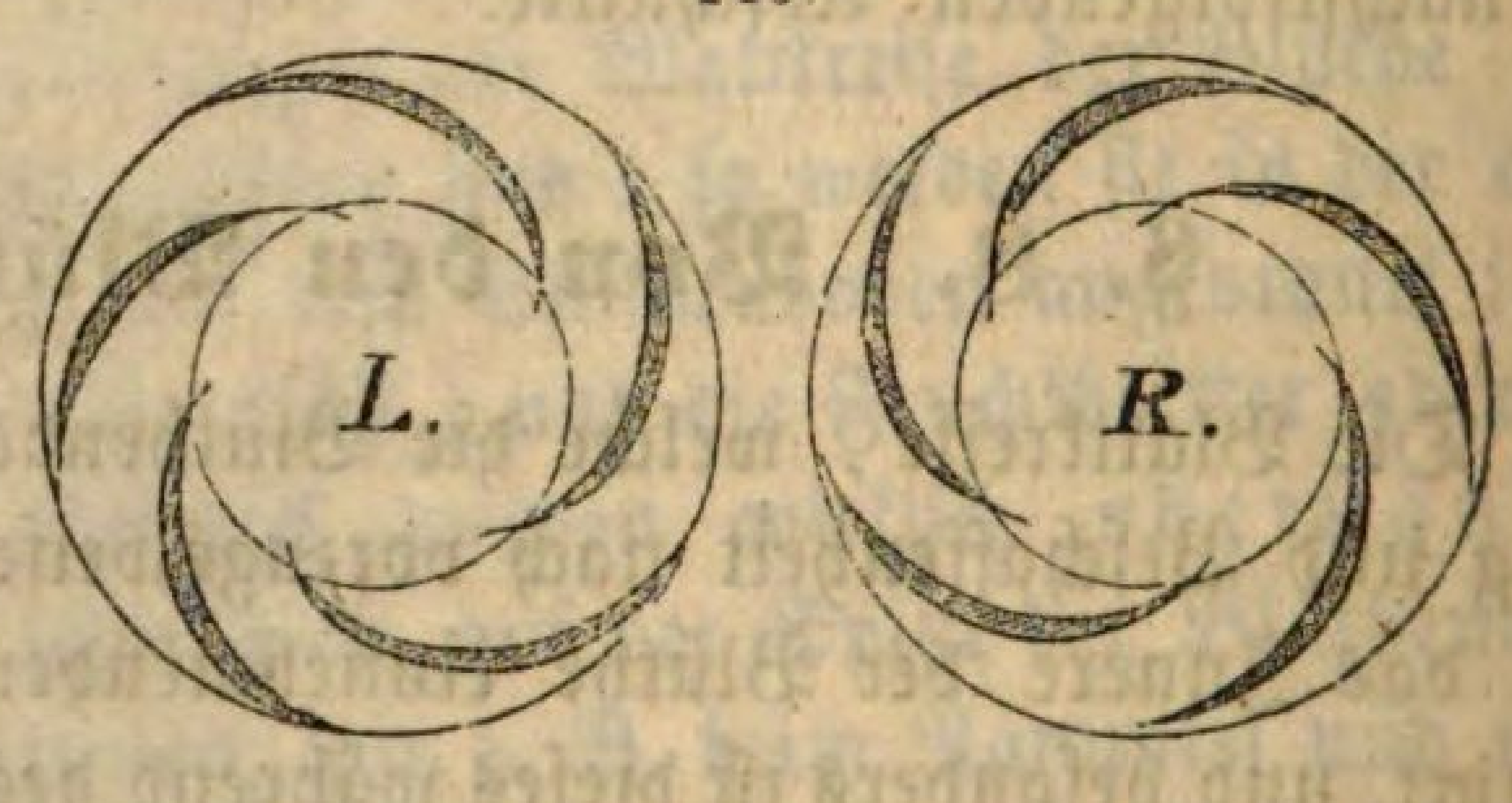


so heißt die Lage *klappig* (Fig. 138. a.), wie sie z. B. bei den gefärbten Kelchblättern der Waldrebe (Clematis) vorkommt; weit häufiger dagegen liegen die Blattgebilde, auch wenn sie am Grund miteinander verwachsen sind, theilweise mit den Rändern übereinander, welche Knospenlage dann *schindelig* (imbricirt) heißt. Aus der Art dieser gegenseitigen Deckung läßt sich in den meisten Fällen ein Schluß auf die Folge und Anordnung, in der sie ursprünglich entstanden, ziehen; so zeigen die sechsblättrigen Blüthenhüllen der Zwiebelgewächse stets eine Knospenlage in zwei alternirenden Reihen (s. oben Fig. 133.), wonach sich mit Bestimmtheit annehmen läßt, daß sie aus zwei dreizähligen Cyclen gebildet sind. In Fig. 139. ist die sogenannte *quincunciale* Knospenlage dargestellt, welche bei fünfzähligen Quirlen weitaus die häufigste ist und welche, wie die beigesetzten Zahlen nachweisen, sich von der $^2/_5$ = Stellung ableiten läßt; eine andere und zwar sehr ausgezeichnete Präfloration ist die *gedrehte* (Fig. 140.) — entweder

139.



140



rechts oder linksherum —, welche die ganze Familie der *gedrehtblumigen* Pflanzen (Contortae), zu denen unter Andern der Oleander und das Sinngrün gehören, charakterisirt. In diesen Fällen, wie überhaupt sehr häufig, läßt sich auch noch an der entfalteten Blüthe die Präfloration der Theile an ihrer Stellung und theilweisen Deckung erkennen, wofür wir im Verfolg dieses Kapitels namentlich bei den mehrblättrigen Blumenkronen, z. B. den schmetterlingsblüthigen, noch weitere Beispiele werden kennen lernen. Wir betrachten nun im Folgenden: 1) die gleichartige Blüthendecke oder die *Blüthenhülle* — „einfach" können wir sie nicht nennen, da sie oft aus mehr Kreisen besteht; 2) die doppelte Blüthendecke in ihrer Gliederung und Scheidung, nämlich: a. *Kelch*, b. *Blume*. —

I. Die Blüthenhülle

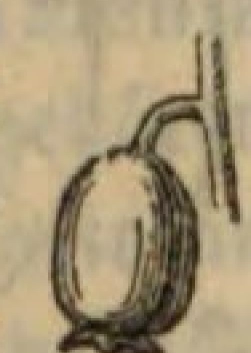
oder das Perigon ist, wie aus dem oben für alle Kreise der Blüthendecke Gesagten hervorgeht, nach dem Zusammenhang ihrer Theile entweder getrenntblättrig („mehrblättrig") oder verwachsenblättrig („einblättrig"); nach deren Gestalt und Ausbildung regelmäßig oder unregelmäßig, nach ihrer Consistenz und Färbung entweder kelch- oder blumenartig.

Die vollkommensten Formen des Perigons bieten offenbar die Zwiebelpflanzen und die verwandten, gleich ihnen parallelnervigen Gewächse dar, deren wir so viele ihrer prachtvollen Blüthen wegen als Zierpflanzen ziehen. Hier besteht das blumenartige, d. h. gefärbte Perigon aus sechs, in zwei alternirenden Reihen stehenden, bald freien, bald mehr oder weniger unter sich oder am Grund mit dem Fruchtknoten verwachsenen Blättern; seiner Gesammtform nach ist es bald sternförmig-ausgebreitet (Fig. 141.), bald trichterförmig, wie bei der Lilie, bald glockig, wie bei der Tulpe, Kaiserkrone und Maiblume, oder, wenn der Schlund über der bauchig erweiterten Röhre zusammengezogen ist: krugförmig (Fig. 142.); oft ist seine Röhre sehr verlängert, wie bei der Sternblume, dem Frühlingscrocus und der Herbstzeitlose (Colchicum). Bei den Schwertlilien (Iris) sind die beiden Blattkreise der Blüthenhülle auffallend verschieden gebildet; die Theile des äußern sind nämlich zurückgeschlagen und auf ihrem Mittelfeld entweder gebärtet, d. h. mit einer Menge haarartiger Fortsätze bedeckt oder mit einer entsprechenden lebhaft gefärbten Aderzeichnung geschmückt; die drei inneren Zipfel dagegen sind aufgerichtet und nicht selten bedeutend kleiner als jene. Auch das niedliche Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) zeigt eine solche Verschiedenheit der Perigonzipfel, deren innere aufgerichtet und buchtig ausgerandet sind. — Eine eigenthümliche Anhangsbildung der Blüthenhülle ist die sogenannte Schlundkrone der Narcissus-Arten, welche da, wo die Röhre in die Zipfel des Saumes sich ausbreitet, aufsitzt, und bei der Sternblume als ein etwas fleischiger Hautrand, bei der gelben Narcisse aber als ein großer zarthäutiger Becher erscheint.

141.



142.



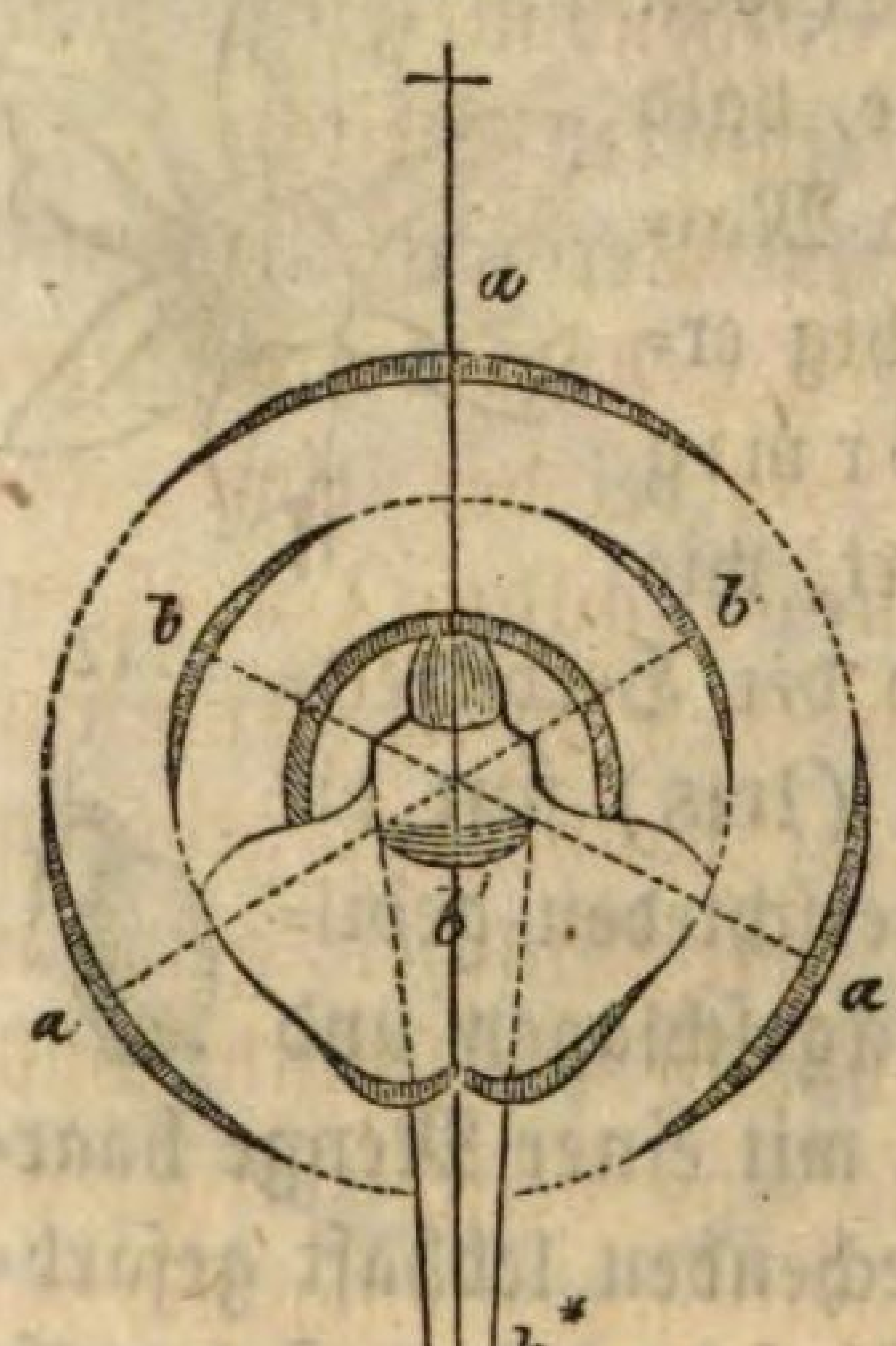
Die Unregelmäßigkeit der Blüthenhülle zeigt sich in ihrem Beginn beim Schwerdtel (Gladiolus), sowie bei einigen Amaryllis-Arten, indem hier die Theile des Saumes sich gleichsam in eine obere und eine untere Abtheilung trennen. Am stärksten aber tritt die Unregelmäßigkeit hervor, oder, richtiger gesagt: am deutlichsten zeigt sich die

143.



seitlich symmetrische Bildung am Perigon der Orchideen (Fig. 143.). Der Saum der Blüthenhülle — ihre Röhre ist mit dem Fruchtknoten verwachsen — besteht hier aus sechs Abtheilungen, wovon fünf, nämlich die drei äußern a. a. a. und die paarigen innern b. b. nach oben hin einander genähert sind, und häufig in helmartiger Form zusammenneigen; ihnen entgegengestellt ist ein einziger Perigonzipfel: das Lippchen Fig. 143. b′, der sie meist weitaus an Größe übertrifft und durch mannigfache Gestalt, hervorstechende Färbung und häufig durch den an seinem Grunde anhängenden hohlen, honigabsondernden Sporn (b*) ausgezeichnet ist; meist ist dieses Lippchen bei unseren einheimischen Orchideen nach dem Aufblühen durch eine Spiraldrehung des Fruchtknotens nach unten zu gerichtet, während es in der Knospe, sowie bei vielen, besonders ausländischen Gattungen, ursprünglich nach oben hin steht. So abweichend nun eine solche Blüthe durch die vorherrschende Ausbildung eben des Lippchens, welcher das Vorhandenseyn nur eines Staubgefäßes entspricht, erscheinen mag, so überzeugt man sich doch leicht einestheils von der symmetrischen, d. h. durch einen senkrechten Schnitt in zwei sich genau entsprechende Hälften theilbaren, also eigentlich durchaus nicht unregelmäßigen Bildung; anderntheils wird man mit Hülfe des nebenstehenden Grundrisses (Fig. 144.) diese Form der Blüthenhülle leicht auf den aus zwei alternirenden dreizähligen Kreisen bestehenden Grundtypus des blumenartigen Perigons der verwandten Pflanzen zurückführen können.

144.

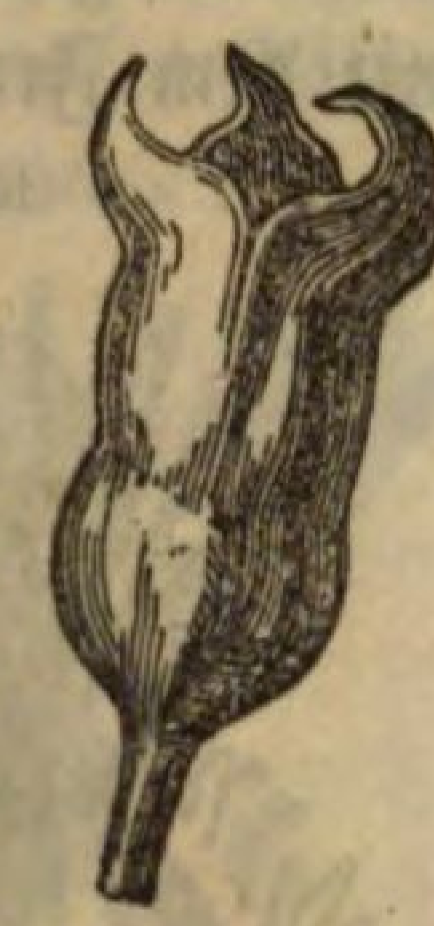


145.



Durch eine besondere Form des blumenartigen Perigons zeichnen sich die Osterluzei-Arten (Aristolochia, s. Fig. 145.) aus, indem bei ihnen die Röhre der Blüthenhülle vorherrschend ausgebildet ist, und der Saum als ein fast stets ungetheilter, oft schief abgeschnittener Rand erscheint; dahin gehört unter anderen der in unseren Gärten cultivirte Pfeifenstrauch (Aristol. Sipho), der seinen Namen darum führt, weil die hängenden Blüthen nach der Gestalt der aufwärts gekrümmten Röhre sich mit einer Tabackspfeife vergleichen lassen.

146.



Von regelmäßigen blumenartigen Blüthenhüllen, die nicht wie die oben angeführten der Zwiebelgewächse sechszählig sind, erwähnen wir noch die dreispaltige der Haselwurz (Asarum Fig. 146.), die vierspaltige, wohlriechende des Seidelbasts (Daphne Mezereum) und die fünftheilige der Knötericharten, wozu der in sandigen Gegenden angepflanzte Buchweizen (Polygonum Fagopyrum) gehört.

Die kelchartige Blüthenhülle ist, im Gegensatz zu den bisher angeführten Fällen, grün und krautartig; doch gibt es mancherlei Uebergänge und Zwischenstufen zwischen dieser und der blumenartigen Beschaffenheit, wie z. B. bei den Arten der Gattungen Milch- und Gelbstern (Ornithogalum und Gagea), deren Perigonblätter auf der inneren Seite blumenartig gefärbt, außen aber grün und kelchartig sind; ferner zeigt bei den Palmen die aus sechs am Grund verwachsenen Blättern bestehende Blüthenhülle einen meist gelben Anflug von Färbung, besonders auf der inneren Seite.

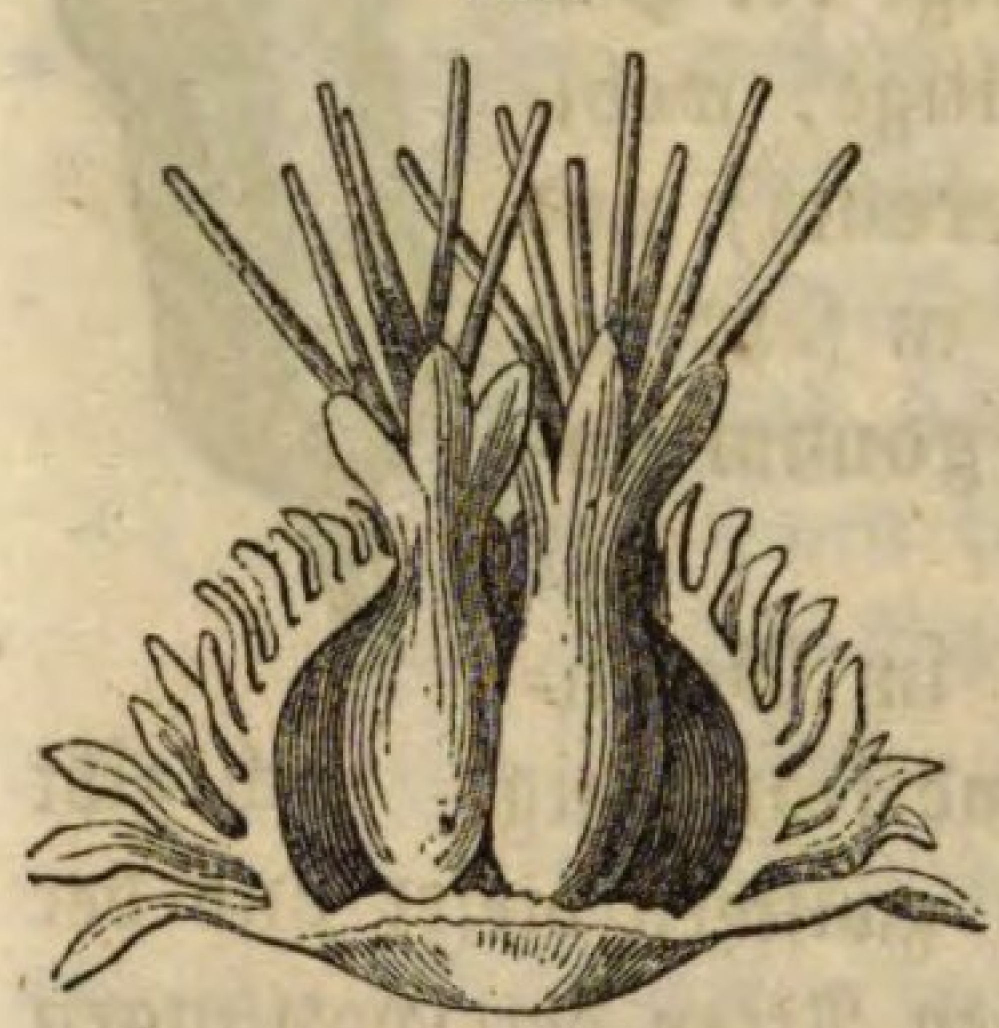
Oft erscheinen die Blüthen mit kelchartigem Perigon klein und unansehnlich, dagegen sind sie fast stets in großer Anzahl vorhanden und zu reichblüthigen Inflorescenzen vereinigt; so bei der Ulme, den Ampfer- und Gänsefußarten (Rumex und Chenopodium) u. A. m. Dieß gilt auch von den kätzchentragenden Gewächsen (Amentaceen), wohin namentlich die Mehrzahl unserer Laubhölzer gehören; bei ihnen sind, wie schon oben gesagt wurde, die Blüthen getrennten Geschlechts, und dem entsprechend zeigt häufig die Blüthenhülle in den Staubgefäß- und den Stengelblüthen eine verschiedene Gestaltung. Dabei ist sie in den ersteren oft unvollkommen, nämlich nur durch einzelne Schuppen angedeutet, oder sie fehlt auch wohl ganz, wie in den männlichen Kätzchen der Eiche und der Hainbuche, deren Staubgefäße unmittelbar auf den aus Bracteen gebildeten Kätzchenschuppen aufsitzen. So sind auch die Blüthen beiderlei Geschlechts sämmtlicher Nadelhölzer nackt, d. h. sie entbehren der Blüthendecken gänzlich. Als Beispiel eines in den männlichen und weiblichen Blüthen gleichgebildeten kelchartigen Perigons mag die becherförmige Blüthenhülle der Pappel (Fig. 147.) dienen; bei den naheverwandten Weiden ist dieses Organ auf eine kleine, gelbgefärbte Drüse reducirt. Bei den übrigen kätzchentragenden Laubhölzern — den Cupuliferen — ist in den weiblichen Blüthen stets ein Perigon vorhanden und zwar ein verwach-

147.



senblättriges, dessen Saum oberständig erscheint, während die Röhre mit dem Fruchtknoten und später mit der Frucht verwachsen ist; zu-

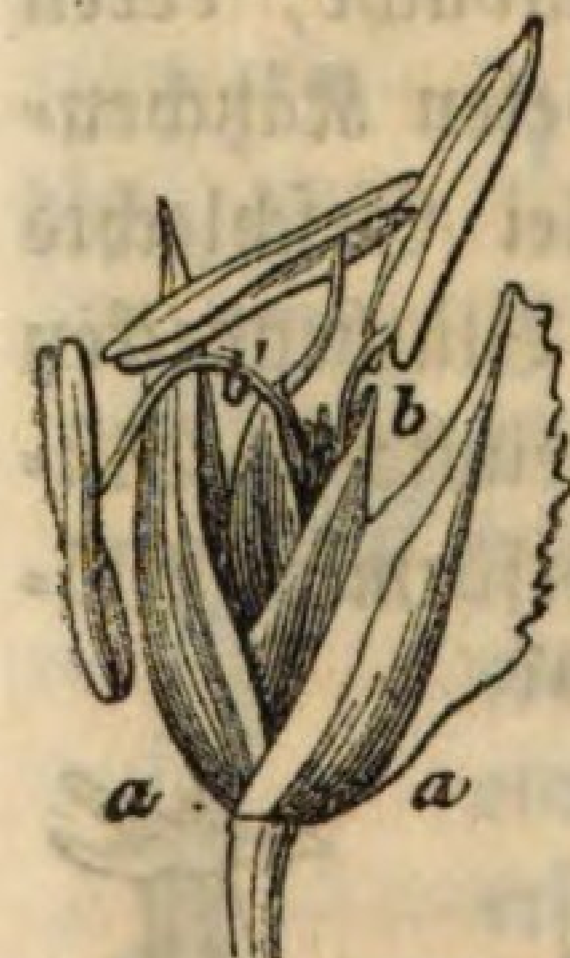
148.



gleich findet sich aber hier durchgängig eine sogenannte **Becherhülle** (lateinisch **Cupula**, woher der eben angeführte Familienname abzuleiten ist), nämlich eine aus verwachsenen Hochblättern oder Bracteen gebildete Hülle, welche bald oben offen und einblüthig ist, wie bei der Eiche und Haselnuß, bald mehrblüthig und kapselartig geschlossen, wie bei der Buche und Kastanie, von welcher letztern Fig. 148. die durchschnittene Becherhülle nebst zwei weiblichen Blüthen darstellt.

Eine besondere Betrachtung verdienen noch die Blüthendecken der Gräser und der mit ihnen verwandten Pflanzen, welche im äußeren Ansehen sich den kelchartigen Blüthenhüllen zunächst anschließen; jedoch unterscheiden sie sich von diesen durch ihre trockenhäutige Beschaffenheit und dadurch, daß sie nicht, wenigstens nicht deutlich, in Quirlen stehen, sondern vielmehr abwechselnd, weßhalb sie auch mit Recht mit einem besonderen Namen als **Spelzen** bezeichnet werden. Ehe wir von ihrer eigentlichen Bedeutung reden, wollen wir sie nach den Hauptformen ihres Vorkommens und ihrer Gestaltung in der Familie der **Gräser** kurz beschreiben. Die Theile, welche den Blüthenstand der Gräser zusammensetzen, heißen, wie schon oben gesagt wurde, **Grasährchen**; jedes solche Aehrchen wird äußerlich von zwei fast gleichgroßen und nahezu auf gleicher Höhe stehenden Spelzen eingeschlossen, die man **Kelchspelzen** nennt (a. a. in den folgenden Figuren). Innerhalb dieser zweiklappigen Kelchhülle findet sich nun entweder **eine** Blüthe

149. 149. a.



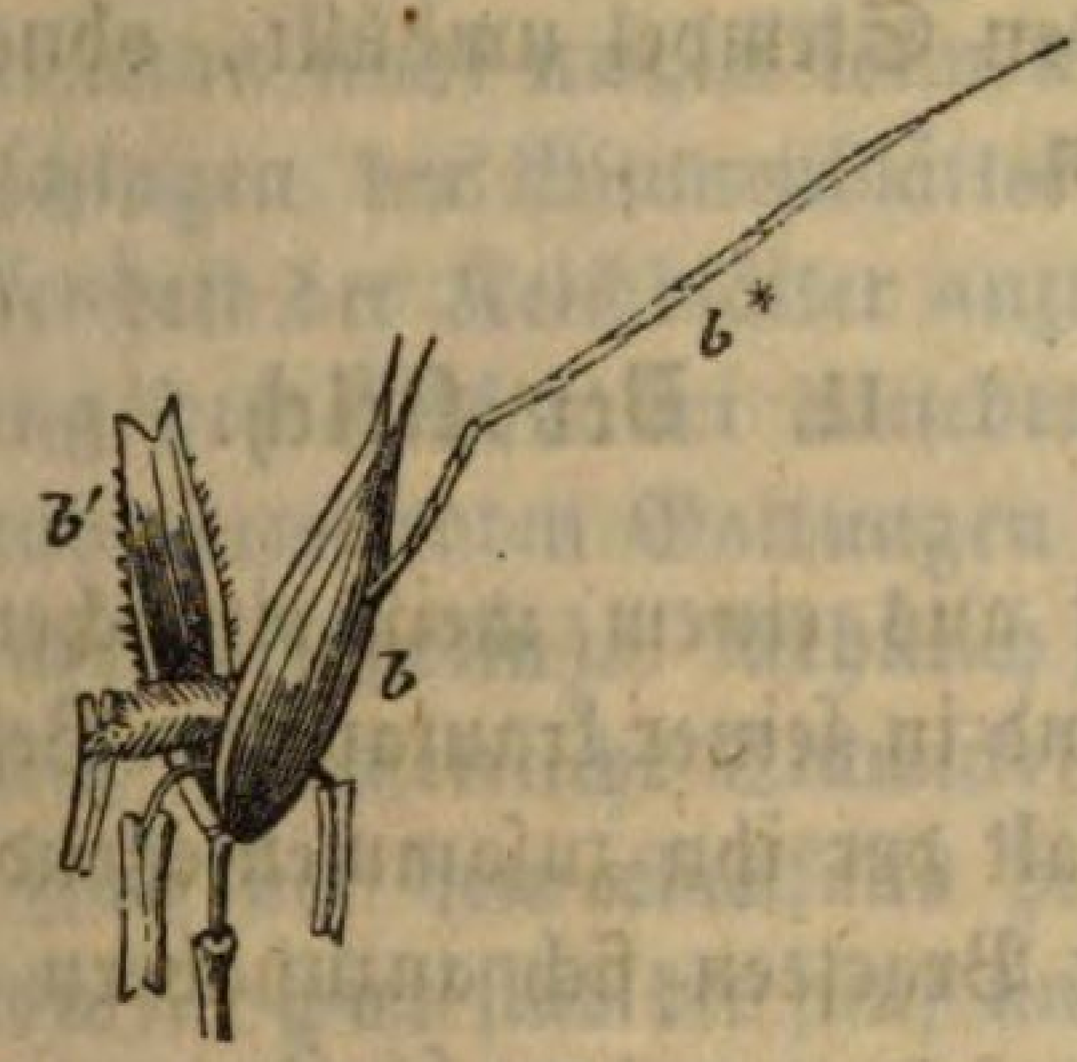


(**einblüthige Aehrchen** Fig. 149.), oder es sind deren mehrere in abwechselnder zweizeiliger Stellung vorhanden (**zwei- — vielblüthige Aehrchen** s. Fig. 150.). Jede Blüthe besteht der Regel nach aus zwei **Blumenspelzen**; die **äußere** derselben (b.) umfaßt die innere, etwas höher stehende mit den Rändern; sie ist gleich den Kelchspelzen streifennervig; ihr Mittelnerv läuft häufig in eine verlängerte stechende Spitze aus, welche sich häufig schon unterhalb der Blattspitze oder selbst unter der Mitte vom Rücken der Spelze trennt, und **Granne** heißt (s. Fig. 150 a. bei b*); sie ist in der Regel von vorwärtsgerichteten steifen Haarspitzchen sehr rauh, oder

manchmal mit längeren Haaren besetzt; beim Hafer (Fig. 150.) ist sie gedreht und in der Mitte knieförmig gebogen; in selteneren Fällen

150. 150. a. 150. b.

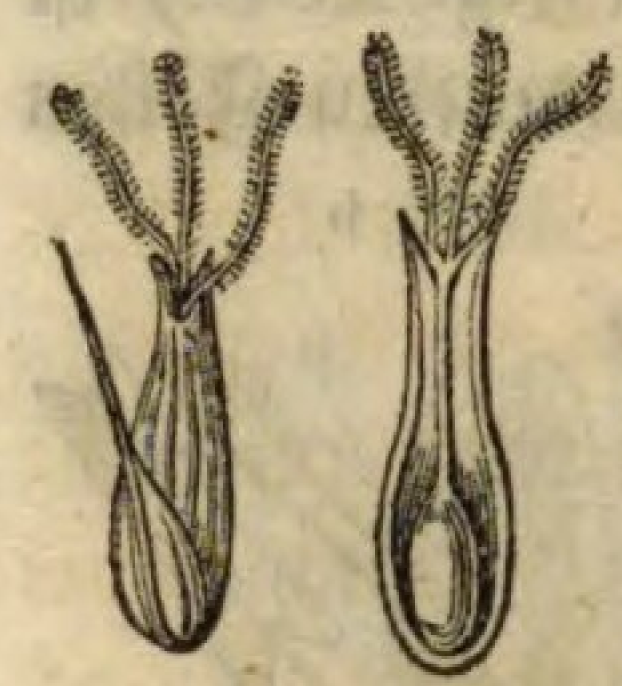






sind auch die Kelchspelzen in Grannen zugespitzt. Die inneren der beiden Klappen, welche wir als Blüthenspelzen bezeichnet haben (b' in den nebenstehenden Figuren), ist dünn und zarthäutig; es fehlt ihr die Mittelrippe — und daher stets auch die Granne —, sie besitzt dagegen zwei Seitennerven, die oben in zwei Spitzen auslaufen und meist mit steifen Härchen gewimpert sind. Diese beiden Blumenspelzen schließen nun zwischen sich die wesentlichen Blüthentheile, nämlich die Staubgefäße und den Stempel ein. Außer diesen genannten Theilen finden sich aber noch stets in der Grasblüthe und zwar am Grunde der inneren Blumenspelze zwei kleine drüsige Schüppchen, welche aber wegen ihrer Kleinheit erst nach Wegnahme der äußern Blumenspelze sichtbar sind (s. Fig. 149. a. 150. b. bei xx.). Da nun von den aufgezählten Hülltheilen der Grasblüthe eben nur diese beiden Schüppchen auf gleicher Höhe stehen — daher sie auch öfter mit einander verwachsen —, die andern aber, wenn auch sehr genähert, doch nie in Quirlen wie eigentliche Blüthendecken, so können wir auch nur die Schüppchen für eine, freilich wenig entwickelte Blüthenhülle erkennen, die Spelzen dagegen erklären wir für Bracteen oder Hochblätter, in deren Achseln die sehr einfach gebildeten Blüthen stehen und welche zusammen mit ihnen durch ihren dichten Stand und theilweise gegenseitige Deckung die Grasährchen bilden. Diese Auffassung wird bestätigt durch die Vergleichung der Blüthen der sehr nahe mit den Gräsern verwandten Scheingräser (Cyperaceen), zu denen z. B. die Binsen (Scirpus) gehören; auch hier sind nämlich die kleinen Blüthen in großer Anzahl in Aehren oder Köpfchen zusammengedrängt, welche von einfachen schuppen- oder spelzenartigen Bracteen gebildet sind; die Blüthenhülle fehlt entweder ganz, oder sie wird nur von einem Kreise von Borsten oder

151.



Haaren vorgeſtellt; nur in der weiblichen Blüthe der *Riedgräſer* (Carex ſ. Fig. 151.) iſt dieſelbe ein blattartiges Organ, welches, ſchlauchförmig geſchloſſen, den Stempel umhüllt, ohne mit ihm verwachſen zu ſeyn.

II. Der Kelch.

Er wird gebildet aus einem meiſt einfachen Blattkreis, welcher alſo der äußerſte iſt, und in ſeiner krautartigen Beſchaffenheit den Laubblättern, in der Geſtalt der ihn zuſammenſetzenden Blattorgane mehr den Hochblättern oder Bracteen ſich anzunähern pflegt; dieſelben ſind nämlich gleich dieſen aus dem untern ſcheidenartigen Theil des Blattes gebildet, indeß die zertheilte Blattſcheibe an ihnen nicht zur Ausbildung kommt. Manchmal ſind noch außerhalb, aber in unmittelbarer Nähe des Kelches die Bracteen zu einer ihm ähnlichen Hülle zuſammengerückt, welche *Außen-* oder *Hüllkelch* genannt wird, wie das z. B. bei den *malvenartigen* Pflanzen (ſ. Fig. 152. von Hibiscus) der Fall iſt; wenn nur zwei gegenüberſtehende Hochblättchen am Blüthenſtiel in einer ſolchen dem Kelch genäherten Stellung ſich finden, ſo heißen ſie *Vorblätter*. Uebrigens kann der Kelch auch aus zwei oder mehreren Blattſtreifen beſtehen; bei der Erdbeere jedoch und dem *Fingerkraut* (Potentilla Fig. 153.), wo zwei Kreiſe von je fünf Kelchblättern vorhanden zu ſeyn ſcheinen, wird der äußere derſelben, der aus ſchmäleren Zipfeln beſteht, nur von den verwachſenen Nebenblättern der eigentlichen Kelchblätter gebildet.

152.



153.



Die freien, nicht untereinander verwachſenen Kelchblätter ſind meiſt leicht abfallend und fehlen daher, wie z. B. bei den mohnartigen Pflanzen, oft ſchon bei der vollkommen entfalteten Blüthe. Nicht ſelten zeigen die Kelchblätter eine blumenartige Färbung und ſind dann ſchwierig genug und nur durch Vergleichung naheſtehender Fälle in ihrer wahren Bedeutung zu erkennen. Namentlich gilt dieß von den *hahnenfußartigen* Pflanzen (Ranunculaceen); ſo z. B. wird man bei dem gemeinen Windröschen und den andern Arten der Gattung Anemone, ſowie bei der *Dotterblume* (Caltha palustris) die gefärbte Blüthendecke dem Anſehen nach für eine Blume oder blumenartige Blüthenhülle zu halten geneigt ſeyn; vergleicht man aber hie-

mit der Blüthe der Nießwurz- (Helleborus-) Arten, wo innerhalb dieses oft auch schon gefärbten Blattkreises ein deutlicher Kreis von wenn auch kleinen und eigenthümlich gebildeten Blumenblättern vorhanden ist, so wird man nicht umhin können, in den obengenannten Fällen ein Fehlschlagen der Blumenblätter und dafür eine ganz blumenartige Beschaffenheit der Kelchblätter anzunehmen. Auch findet sich eine solche Färbung des Kelchs bei daneben vorhandener Blume, z. B. bei den ganz naheverwandten Gattungen Ackelei (Aquilegia) und Schwarzkümmel (Nigella). Aehnlich, nur durch „Unregelmäßigkeit," d. h. seitlich symmetrische Entwickelung der Theile etwas complicirter ist der Fall bei dem ebenfalls hiehergehörigen giftigen Eisenhut (Aconitum). Hier sind die fünf ungleichgroßen Kelchblätter, deren unpaares oberes helmförmig gestaltet ist, blumenartig blau oder gelb — auch weiß — gefärbt, die Blumenblätter aber in sogenannte Nectarien (von denen weiter unten die Rede seyn wird) umgewandelt und dadurch fast unkenntlich geworden. Im Ganzen ist jedoch die unregelmäßige Bildung im Kreis der Kelchblätter weniger häufig als in dem der Blumenblätter, oder, wo sie vorhanden, da ist sie weniger entschieden ausgesprochen, wie z. B. bei den Schotengewächsen oder kreuzblüthigen, zu denen unter andern Reps, Rübe, Senf und Kresse gehören, der Fall ist; bei diesen haben nämlich nur die beiden seitlichen der vier Kelchblätter an ihrem Grund von innen her eine fast unmerkliche sackförmige Vertiefung (Fig. 154.). Doch ist als eine sehr abweichende Bildung des Kelchs der Sporn anzuführen, in welchen bei der Kapuzinerkresse (Tropaeolum), dem Rittersporn (Delphinium) und der Balsamine (Impatiens), das unpaarige von fünf Kelchblättern, das nach oben oder unten in der mittleren Durchschnittslinie liegt, ausläuft.

154.



Der einblättrige, d. h. verwachsenblättrige Kelch läßt eine Röhre und einen Saum unterscheiden; erstere ist bei unterständigem Fruchtknoten mit diesem verschmolzen, der Saum aber zeigt durch die Zahl seiner mehr oder weniger tief gehenden Theilungen die Zahl der in die Verwachsung eingegangenen Blattorgane an, welche meist eine niedrige und weitaus am häufigsten fünf ist. Nach der Gesammtform werden auch hier wie bei allen eigentlichen Blattkreisen der Blüthe ausgebreitete, trichter-, glocken-, krugförmige und nach dem Grad der Theilung des Saumes zwei- bis vielzähnige, -spaltige und -theilige Kelche unterschieden. Manchmal öffnet sich bei übrigens regelmäßig eingeschnittenem Rande der Kelch durch einen seitlichen Längsriß und wird dann gespalten genannt. Sehr eigen-

155.



thümlich und charakteristisch ist die Kelchform bei den zusammengesetztblüthigen Pflanzen (Compositen), wie die nebenstehende Abbildung (Fig. 155.) eines einzelnen aus dem Blüthenkörbchen herausgepflückten Blümchens zeigt. Die Kelchröhre ist nämlich mit dem Fruchtknoten verwachsen und verlängert sich manchmal noch stielartig über denselben hinaus; der oberständige Kelchsaum aber erscheint als ein gleichsam den Fruchtknoten krönender häutiger Rand oder Borsten- und Haarkreis, der sich später zu der sogenannten Federkrone (Pappus s. u.) ausbildet. Die Unregelmäßigkeit des verwachsenblättrigen Kelchs zeigt sich zunächst darin, daß die Theile ungleichweit verwachsen sind, wobei sie gewöhnlich in eine obere und untere Parthie zerfallen, oder sie sind auch noch ungleich groß; beide Fälle in mancherlei Abänderungen sind häufig in den großen Familien der lippenblüthigen und der schmetterlingsblüthigen Pflanzen, denen wir dann einen zweilippigen Kelch (s. Fig. 156.) zuschreiben. Auch in der Reihe der „einblättrigen" Kelche kommen, wenn auch seltener, blumenartig gefärbte vor, wie z. B. bei manchen Salbeiarten, deren rothe und blaue Kelche sogar eine glänzendere Farbe zeigen als die Blumenkrone.

156.



Schließlich sey hier nochmals angeführt, daß bei den Kelchen, deren Glieder untereinander verwachsen sind, auch ein theilweises Anwachsen des Blumenblatt- und Staubfadenkreises vorzukommen pflegt; der hiefür gewöhnlich gebrauchte Ausdruck aber: beiderlei Organe stünden auf dem Kelchrand, ist nur uneigentlich und der Kürze wegen angewandt worden, denn die sämmtlichen Blattorgane der Blüthe müssen ja alle von einem Stengeltheile, nämlich der Blüthenachse, entspringen.

III. Die Blume.

Blume nennen wir den inneren, zarter gebauten, nicht grün gefärbten Kreis der doppelten Blüthendecke; sie setzt also stets die Anwesenheit eines Kelches voraus; weitaus in den meisten Fällen bestehen beide Kreise aus einer gleichen Anzahl von Gliedern und diese wechseln mit einander ab, so daß die einen in die Zwischenräume der andern fallen, was sich selbst, wie wir unten sehen werden, bei den unregelmäßigen Bildungen nachweisen läßt. Nur wo die Blattkreise der Blüthendecken sehr zahlreich sind, tritt statt der Quirlstellung die spiralige ein, wobei sich dann auch meist die Grenze zwischen Kelch und Blume verwischt, wie z. B. bei den aus einer sehr großen Anzahl von

Blattorganen bestehenden Blüthen der Cactusarten und der weißen Seerose (Nymphaea).

Die einzelnen, untereinander freien Theile der Blume sind die Blumenblätter; auch haben sie in der Regel eine deutlich blattartige, d. h. flächenartig ausgebreitete Gestalt. Ihr unteres Ende, vermittelst dessen sie auf dem Blüthenboden aufsitzen, heißt, wenn es verschmälert ist, der Nagel, die Ausbreitung aber, in die derselbe nach oben übergeht, wird die Platte genannt; letzterer Theil ist der wesentlichere und bildet oft für sich allein das Blumenblatt. Einen sehr ausgebildeten Nagel hat dagegen die Nelke (Fig. 157.) und die verwandten Pflanzen; es liegt derselbe hier in einem Winkel in die Platte nach außen hin um; auf dieser Uebergangsstelle zwischen beiden finden sich bei manchen dieser Pflanzen schuppen- oder franzenförmige Kranzanhänge (Fig. 158.), so genannt, weil sie nach ihrer Stellung in der Blüthe zu einem am Schlunde derselben aufsitzenden Kranz zusammentreten. Die Platte der Blumenblätter wird von zarten, meist fächerförmig zertheilten und oft seitlich untereinander netzförmig verbundenen Nerven durchzogen; sie zeigt entsprechend der Spreite der Laubblätter nicht selten Theilung, deren verschiedene Grade dann wie bei jener bezeichnet werden; so haben wir gezähnte, gefranzte, zerschlitzte Blumenblätter (s. oben Fig. 157.), selbst fiederspaltige. Am häufigsten sind jedoch die vom obern Rand her mehr oder weniger tief hereintretenden Zweitheilungen; dadurch entstehen herzförmige Blumenblätter (bei der Rose), zweispaltige (bei den Doldenpflanzen, wo noch manchmal in der Ausbuchtung ein nach innen eingeschlagenes Läppchen hinzukommt), endlich die fast bis zum Grund zweitheiligen, wofür als Beispiel der gemeine Hühnerdarm (Alsine media Fig. 159.) zu nennen ist.

157.



158.



159.



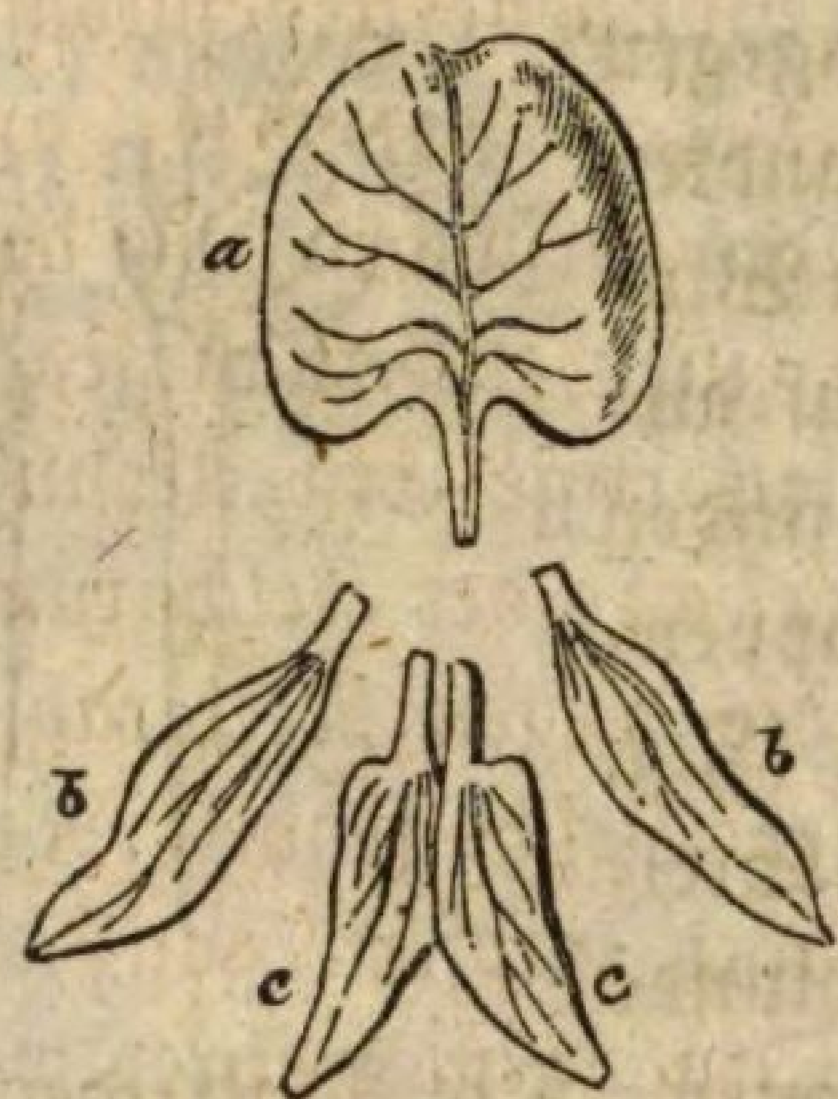
Von unregelmäßigen mehrblättrigen Blumenkronen ist besonders Eine Form zu nennen, weil sie für eine sehr zahlreiche Pflanzenfamilie charakteristisch ist, wir meinen die schmetterlingsförmige, welche sich bei allen einheimischen Hülsenpflanzen (Leguminosen) ohne Ausnahme findet. Die Schmetterlingsblume (Fig. 160.) besteht aus fünf ungleich großen Blumenblättern, die man nach ihrer Gestalt und Stellung besonders benannt hat: das obere, größte, meist zurückgeschlagene heißt die

160.

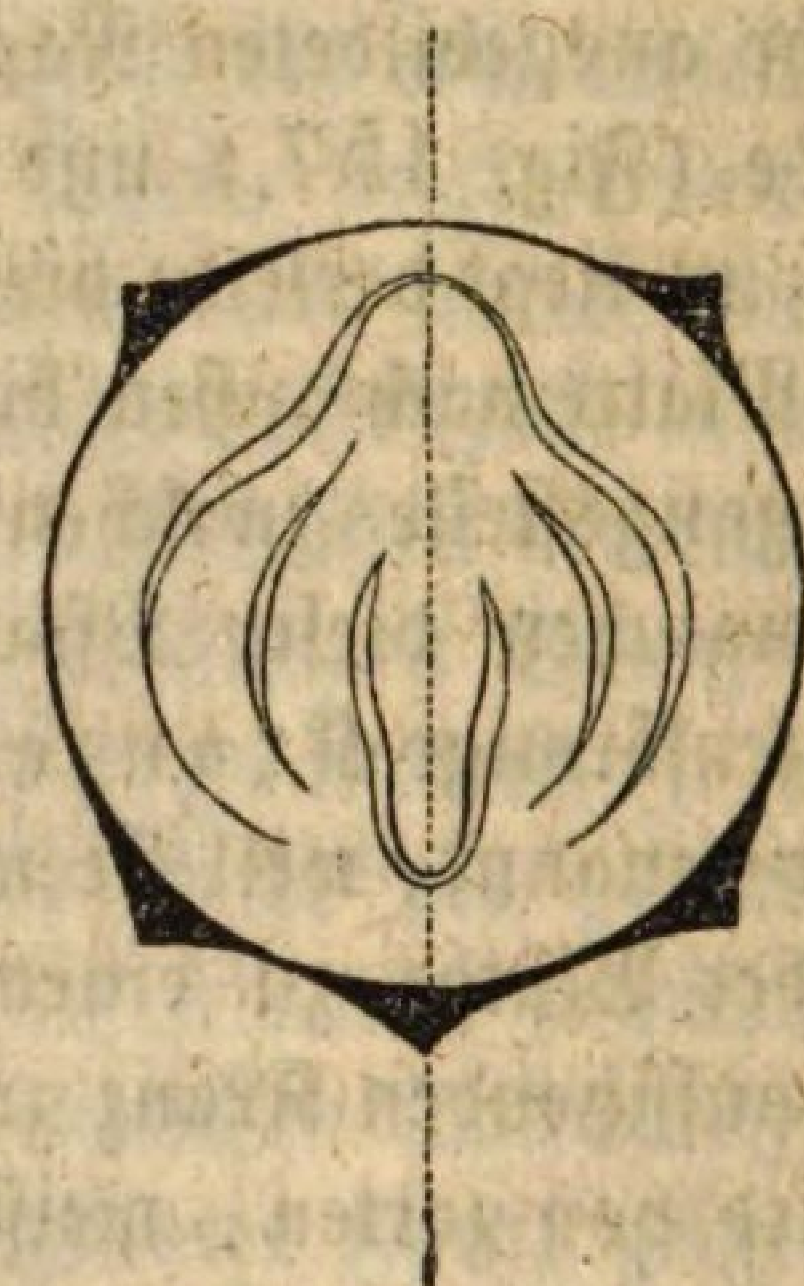


Fahne (Fig. 161. a.) oder der Wimpel, die beiden seitlichen gleichgestalteten: die *Flügel* (Fig. 161. b. b.), die beiden unteren (Fig. 161. c. c.) bilden miteinander das *Schiffchen* oder den Kiel, indem sie mit ihren unteren Rändern meist, wenigstens theilweise zusammenhängen. Die gegenseitige Stellung dieser fünf Blätter und ihre Deckung an den Rändern, wie sie namentlich in der Knospenlage sich deutlich zeigt, ist in dem nebenstehenden Aufriß einer Schmetterlingsblüthe (Fig. 162.) dargestellt; zugleich geht aus demselben hervor, daß auch

161.



162.



diese Form eine genau symmetrische ist, sowie daß die Theile der Schmetterlingsblume mit den fünf Abtheilungen des meist ebenfalls, jedoch in geringerem Grade unregelmäßigen Kelchs abwechseln.

Die abweichendste Bildung des Blumenblatts ist diejenige, wo es sich nicht mehr flach ausgebreitet, sondern durch Verschmelzen seiner Ränder mehr oder weniger röhrenförmig darstellt. Diese Formen finden sich besonders in der Familie der Ranunculaceen; hier pflegen sie als von einem stielartigen Nagel getragene, mit einer Höhlung versehene, zweilippige Organe zu erscheinen, wie z. B. bei der *Nießwurz* (Helleborus Fig. 163.) und den Verwandten; beim *Eisenhut* (Aconitum Fig. 164.) sind nur die zwei oberen, unter dem helmförmigen oberen Kelchblatt stehenden Blumenblätter in solche, hier sehr langgenagelte Gebilde umgewandelt, während die andern drei zu kaum sichtbaren Schüppchen verkümmern. Da alle diese Gebilde in ihrer Höhlung einen süßen Saft abgesondert enthalten, so werden sie auch als *Honiggefäße* oder *Nectarien* bezeichnet. Ueberhaupt pflegt man seit Linné und nach seinem Vorgang alle Blüthentheile,

163.



164.



die eine derartige Zuckerabsonderung zeigen, ja selbst viele drüsigen Gebilde, deren Bedeutung zweifelhaft erscheint, mit diesem Namen zu belegen; so findet man in älteren Schriften unter andern die obenbesprochenen Blüthenhüllen der Weiden und Pappeln und selbst die beiden Schüppchen in der Grasblüthe als Nectarien bezeichnet. Dieser Ausdruck kann aber nicht eine besondere Art von Organen bedeuten (deren es ja auch außer den angeführten Blatt- und Achsengebilden in der Blüthe keine gibt), sondern er bezieht sich auf eine Eigenthümlichkeit, nämlich die Absonderung von Honigsaft, welche fast allen Theilen der Blüthe, namentlich aber den Blüthendecken zukommen kann. So findet sich in der Blüthenhülle der Kaiserkrone am Grunde jedes Perigonblatts ein nectarabsonderndes Grübchen; bei den Orchideen enthält der Sporn des Lippchens einen zuckerhaltigen Saft, bei manchen Kreuzblüthen ist es die sackartige Erweiterung der beiden seitlichen Kelchblätter, bei der Aprikose der Kelchgrund, bei der Orange der ganze Blüthenboden, die wegen Nectarabsonderung, theils auch nur wegen deutlich drüsiger Beschaffenheit Nectarien genannt werden. Dieser Ausdruck ist aber insofern ganz entbehrlich, als wir jedenfalls am besten thun, die Organe nach ihrer wahren Natur und Bedeutung, die sich freilich nicht immer ohne Schwierigkeit erkennen läßt, zu benennen. Die Blumenblättter können übrigens auch bei sonst normaler Bildung in einem besonderen Theil Honig oder Nectar absondern; so haben die des Hahnenfußes (Ranunculus) an ihrem Grunde ein kleines, fleischiges Nectarschüppchen; die des Ackelei (Aquilegia Fig. 165.) laufen in einen, Honigsaft enthaltenden Sporn aus; ebenso die beiden oberen des Rittersporns (Delphinium), deren Verlängerung gemeinschaftlich in das gespornte obere Kelchblatt eingeschlossen ist; endlich beim Veilchen setzt sich das untere, unpaare Blumenblatt der unregelmäßigen Blüthe ebenfalls in einen solchen hohlen Sporn fort.

165.

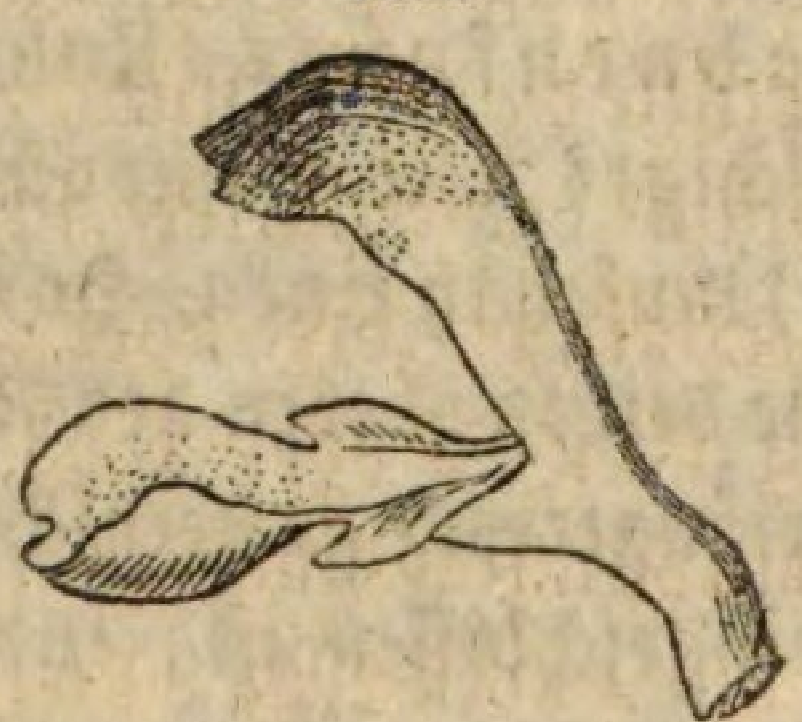


Das durch Verwachsung der Glieder des Blumenblattkreises entstehende Organ heißt Blumenkrone oder Korolle; der Fall ist ganz entsprechend dem schon oben betrachteten des verwachsenblättrigen Kelchs und der „einblättrigen" Blüthenhülle, daher auch die dort angeführten Ausdrücke für die einzelnen Theile sowohl als für die Hauptabänderungen der Form hier ebenfalls gelten. Eine ausgebreitete oder radförmige Blumenkrone hat z. B. der Boretsch und der Ehrenpreis (Veronica), eine glockenförmige die Arten von Campanula, eine krugförmige die Heidelbeere u. s. w. Wenn die Röhre verlängert ist, ohne erweitert zu seyn und dabei der Saum auf-

gerichtet, so heißt die Korolle röhrig oder cylindrisch, wofür als Beispiel ein einzelnes Scheibenblümchen der Sonnenblume, des Gänseblümchens und anderer Compositen dienen mag; wenn dagegen bei cylindrischer Röhre der Saum im rechten Winkel ausgebreitet ist, so wird die Blumenkrone tellerförmig*) genannt, welche Form z. B. die Syringe und der Oleander zeigt; bei deren genauerer Beschreibung würde dann noch das Längenverhältniß der Röhre zum Saum oder zum Kelch, die Gestalt der Zipfel des ersteren und dgl. mehr anzugeben seyn.

Von unregelmäßigen Blumenkronen nennen wir zuerst die zweilippige, welche fast der ganzen großen Familie der Labiaten oder lippenblüthigen Pflanzen zukommt; sie ist aus fünf verwachsenen Blättern gebildet, die in der Weise ungleich ausgebildet sind, daß eine zweispaltige Oberlippe einer dreispaltigen Unterlippe entgegensteht; die erstere ist meist aufgerichtet und oft wie z. B. in der untenstehenden Abbildung (Fig. 166.) helmförmig gewölbt. Der Kelch der Lippenblüthe ist fünfzählig und entweder regelmäßig oder ebenfalls zweilippig, dann jedoch mit dreispaltiger Ober- und zweispaltiger Unterlippe, wodurch auch hier ein Abwechseln der beiden Kreise der Blüthendecke hergestellt wird. Aehnlich gestaltet ist die rachenförmige Blumenkrone, wie sie z. B. beim Löwenmaul (Antirrhinum Fig. 167.) sich

166.



167.

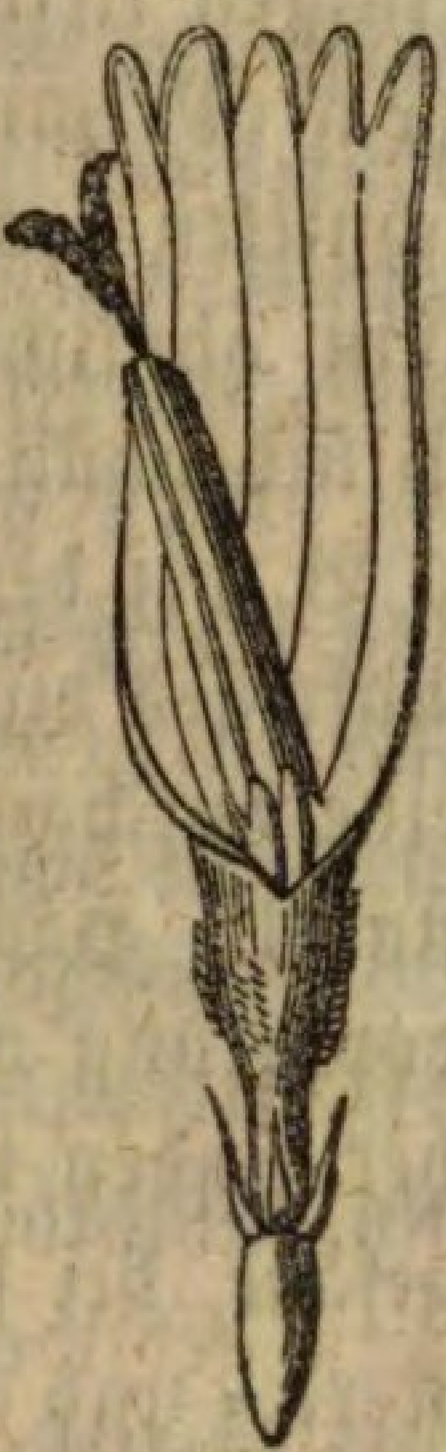


findet; auch sie ist zweilippig, jedoch ist ihr Schlund durch eine Auftreibung, welche Gaumen genannt wird, verschlossen. Endlich ist als eine ausgezeichnete Form der unregelmäßigen Blumenkrone die zungenförmige zu nennen, welche bei den Compositen entweder nur im Strahl, z. B. bei der Sonnenblume, der Aster, oder im ganzen Köpfchen, wie beim Löwenzahn sich findet; ein solches Zungenblüm-

*) Eigentlich „präsentirtellerförmig" nach der Form der früher üblichen Aufwartteller, die unten in der Mitte in einen Stab zum Anfassen ausliefen.

chen (Fig. 168.) ist als ein seitwärts aufgeschlitztes Röhrenblümchen (s. Fig. 155.), dessen fünf verwachsene Abtheilungen noch am oberen Rand als Zähne sich erkennen lassen, zu betrachten, wofür schon das Nebeneinandervorkommen der beiden Formen in demselben Köpfchen und der Uebergang der einen in die andere spricht.

168.



Die Färbung der Theile des Blumenblattkreises, welche nebst deren zarter Beschaffenheit und Hinfälligkeit mit Recht als charakteristisches Merkmal gilt, werden wir weiter unten noch näher betrachten; die grüne, krautartige Färbung derselben kommt nur ausnahmsweise vor und pflegt mit geringer Flächenentwickelung dieser Theile verbunden zu seyn. Als sehr eigenthümlich führen wir schließlich noch den Fall des Weinstocks an, dessen fünf krautartige Blumenblätter sich beim Beginn der Blüthenzeit von dem Rand des fünfzähnigen Kelches ablösen, und indem sie oben unter einander im Zusammenhang bleiben, als ein fünfspaltiges Mützchen abgestoßen werden (s. Fig. 169.). —

169.



§. 9. Von den Staubgefäßen.

In der normalgebildeten Blüthe folgt auf die Blüthendecken nach innen zunächst der Kreis der **Staubgefäße**; diese sind, obgleich in ihrer Gestalt und Ausbildung vom Typus des Blattes scheinbar sehr abweichend, doch nichts Anderes als Blätter, die aber Behufs der Erzeugung des befruchtenden Blüthenstaubs oder Pollen, worin ihr wesentlicher Charakter besteht, eigenthümlich umgewandelt erscheinen; sie können daher auch als Staub- oder Mehlblätter bezeichnet werden. Ein solches Staubblatt läßt in seiner ausgebildeten Form zwei Haupttheile unterscheiden: nämlich erstens den aus dem stielartig verdünnten Scheidentheil gebildeten Träger oder Staubfaden (Fig. 170. a.) und zweitens den Staubbeutel oder die Anthere (Fig. 170. b.), welche ein meist zweifächriges häutiges Säckchen darstellt, das der Blattspreite entspricht, und, da es in seinem Innern den Pollen enthält, den wesentlichen Theil des Staubgefäßes ausmacht. Auch nach ihrer Stellung und Anordnung zeigen sich die Staubgefäße deutlich als Blattorgane; wenn nämlich ihre Zahl beschränkt ist, so pflegt sie mit der der Glieder des Blumenblattkreises übereinzustimmen und in ihrer Stellung mit denselben abzuwechseln; eine Ausnahme von dieser Regel machen jedoch nebst

170.



einigen kleineren Familien die schlüsselblumenartigen Pflanzen (Primulaceen), indem bei ihnen die Staubgefäße vor den Abschnitten des Saums der Blumenkrone auf deren Röhre befestigt sind. Ein ähnlicher Anschein entsteht bei der aus zwei Kreisen gebildeten Blüthenhülle, wenn ihr ein doppelter Staubgefäßkreis entspricht, wie z. B. bei der Tulpe; die Betrachtung des oben (Fig. 131.) gegebenen Aufrisses einer solchen Blüthe aber zeigt deutlich, daß hier eigentlich eine durchaus regelmäßige Alternation der Blattkreise der Blüthe stattfindet. Häufig tritt eben in dieser Region der Staubgefäße eine Verdoppelung oder mehrfache Wiederholung der Zahl der Quirle ein; daher finden wir bei vierzähliger Blume entweder vier oder acht Staubgefäße, bei fünfzähliger nicht selten zehn u. s. f.; bei den Blüthen des Kern- und Steinobstes steigert sich die Anzahl der Staubblätter auf das Vier- bis Fünffache der in den Blüthendecken herrschenden Fünfzahl. Wenn aber, wie beim Mohn und vielen hahnenfußartigen Pflanzen, sehr zahlreiche Staubgefäße vorhanden sind, so stehen dieselben in spiraliger Anordnung; da nun, wie wir oben gesehen haben, auch bei der vielzähligen Blüthendecke diese spiralige Stellung stattfindet, so ist es natürlich, daß, wo beide Fälle zusammenkommen, eine fortlaufende Folge beider sich findet, wie z. B. an dem bekannten Beispiel der weißen Seerose (Nymphaea alba) zu sehen ist, bei welcher auch der Gestaltung nach ein allmähliger und ununterbrochener Uebergang der Blumenblätter in Staubgefäße stattfindet, welcher zugleich den Vorgang der Umwandlung jener in diese deutlich zeigt und somit zugleich die Blattnatur der Staubgefäße unwiderleglich beweist. Weit seltener als die Vermehrung und Wiederholung des Staubblattkreises ist das Fehlschlagen und Ausbleiben einzelner von seinen Gliedern, wodurch diese dann in geringerer Anzabl vorhanden sind, als die des nächstvorhergehenden Kreises der Blüthendecken; so haben die lippen- und rachenblüthigen Pflanzen bei fünfzähliger Blumenkrone nur vier, ja oft, wie z. B. beim Salbei, nur zwei Staubgefäße, und bei den Orchideen, wo nach der Analogie der andern Pflanzen mit sechszähliger Blüthenhülle sechs oder doch drei Staubgefäße vorhanden seyn sollten, sind alle bis auf eines fehlgeschlagen; auch unter den Gräsern kommen einige vor, welche statt der normalen Anzahl von drei nur ein einziges Staubgefäß besitzen.

Die Unregelmäßigkeit des Staubgefäßkreises beruht meist in verschiedener Länge, seltener in abweichender Bildung der Glieder desselben. Die erste Andeutung einer solchen Abweichung von der concentrischen Symmetrie findet sich in den nach einer Seite hin niedergebogenen und dabei gewöhnlich schon etwas ungleichlangen Staubfäden der Amaryllis- und Rhododendron-Arten,

die man auch mit dem oben beim Stengel angeführten Ausdruck als **aufsteigend** bezeichnet. Am deutlichsten aber ist die Unregelmäßigkeit des Staubblattkreises in den **Rachen-** und **Lippenblüthen**, wo fast durchgängig die beiden obern Staubfäden beträchtlich länger als die zwei untern sind; in diesem Fall werden die Staubgefäße **zweimächtig** (**didynamisch** s. unten Fig. 175. und 177.) genannt. **Tetradynamische** oder **viermächtige** Staubgefäße sind charakteristisch für alle **Schotenpflanzen** (Cruciferae); sie sind aber bei diesen stets zusammen mit regelmäßigen vierzähligen Blüthendecken; diesen entsprechend sind auch vier gleichlange Staubgefäße vorhanden, außerdem aber noch zwei beträchtlich kürzere, seitwärts stehende — also sechs im Ganzen —, welche Letztere einem äußern, nur zur Hälfte entwickelten Kreise der Staubblätter angehören.

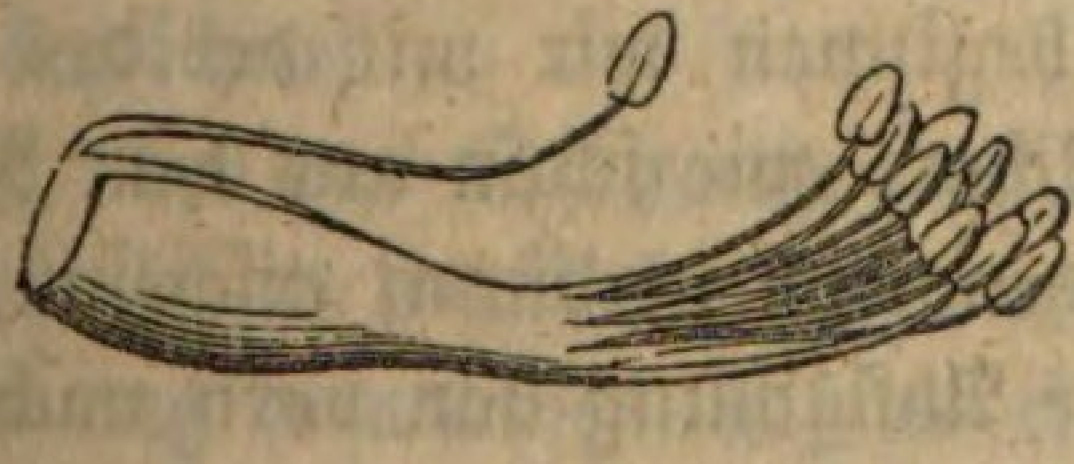
Die **Verwachsung** der Staubgefäße untereinander betrifft entweder ihren untern Theil, also die Staubfäden, oder sie zeigt sich nur an dem Staubbeutel, während jene frei bleiben; vollständige Verwachsung beider Theile kommt nur bei eingeschlechtigen, männlichen Blüthen vor, wie z. B. bei einigen Euphorbiaceen, deren Staubgefäße zu einem soliden, säulenartigen Körper verschmelzen.

Wenn die Staubfäden verwachsen, so geschieht dieß meist nur an ihrem untern Theil, vermittelst dessen sie dann in einen oder mehrere Bündel zusammenhängen; **einbrüderig** (**monadelphisch**) heißen Staubgefäße, die am Grunde zu einem säulenförmigen Körper oder zu einer Röhre, wie z. B. bei der Malve (Fig. 171.) verwachsen sind, **zweibrüderig** (**diadelphisch**) sind sie, wenn die Verwachsung zwei Bündel bildet, **drei-** und **mehrbrüderig** (**polyadelphisch** — s. Fig. 173.), wenn deren Zahl höher steigt. Zu dem zweiten der angeführten Fälle rechnet man jedoch auch die Bildung, welche den meisten unserer einheimischen Schmetterlingsblüthen zukommt, bei denen neun Staubgefäße zu einer oben offenen Röhre verwachsen, während das zehnte obenstehende frei bleibt; diese in Fig. 173.

171.



172.



173.



abgebildete Form wird also ebenfalls diadelphisch genannt. Von vielbrüderigen Staubgefäßen ist noch der Fall des Wunderbaums (Ricinus) zu erwähnen, bei dem jeder Bündel einen verzweigten Staubfaden darstellt, der am Ende seiner Verästelungen die Staubbeutel trägt.

Die Verwachsung der Staubbeutel bei freibleibenden Staubfäden ist den Pflanzen mit zusammengesetzten Blüthen oder Compositen eigenthümlich, welche ebendeßhalb auch Synanthereen, d. h. Pflanzen mit verwachsenen Staubbeuteln genannt werden. Die seitlich zusammenhängenden Antheren bilden in diesem Fall eine cylindrische Röhre (s. oben Fig. 168.), aus der oben der Griffel mit den Narben, also das Ende des Fruchtblattes hervorragt.

Daß die Staubgefäße mit den äußeren Blattkreisen der Blüthe, nämlich den Blüthendecken, häufig verschmelzen, und daß dieses bei der einblättrigen Blumenkrone und Blüthenhülle regelmäßig geschieht, wurde bereits im Bisherigen mehrmals erwähnt; doch sind als Ausnahme in dieser Beziehung die Heidekräuter (Ericaceen) und heidelbeerartigen Pflanzen (Vaccinieen) anzuführen, bei welchen neben einer einblättrigen Blumenkrone die Befestigung der Staubgefäße auf dem Blüthenboden, nicht auf jener, ganz allgemein angetroffen wird. Uebrigens kann bei den am Grunde mit der Blume (oder Blüthenhülle) verschmolzenen, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, bei den auf der Korolle oder dem Perigon stehenden Staubgefäßen, der freie nicht angewachsene Theil des Staubfadens eine bald stärkere bald schwächere Entwickelung zeigen; ist derselbe nur kurz und wenig ausgebildet, so werden die Antheren fast unmittelbar aufsitzend erscheinen, wie z. B. bei der Sternblume und dem Schlüsselblümchen; oft dagegen ist dieser freie Theil der Staubfäden sehr beträchtlich entwickelt, so daß er selbst die Blüthendecken überragt und aus dem Schlund der Blumenkrone weit heraustritt, was z. B. bei vielen Lippenblüthen vorkommt.

Die Betrachtung des einzelnen Staubgefäßes nach seiner Gestaltung und Beschaffenheit beginnen wir mit der des Staubfadens oder Filaments, welcher, wie schon aus dem Namen hervorgeht, in den meisten Fällen fadenartig verdünnt erscheint, wobei sich übrigens fast durchgängig eine Abflachung von vorn nach hinten bemerkbar macht; wenn diese in höherem Maße zugleich mit Entwickelung der Seitenränder vorhanden ist, so entsteht das blattartig verbreiterte Filament, wie es sich unter Andern an den äußern Staubgefäßen der weißen Seerose findet.

Diese blattartige Entwickelung betrifft öfter nur die Basis des

Staubfadens beiderseits, wodurch Bildungen entstehen, die das Ansehen von Nebenblättern haben und auch ihrem Wesen nach durchaus mit diesen übereinstimmen; hieher gehören z. B. die sogenannten dreispitzigen Staubfäden der Laucharten (Allium Fig. 174.). Langbehaart sind die Staubfäden der Wollblume (Verbascum) und der Gartentradescantie. Außerdem kommen an diesem Organe zahnartige und drüsige Anhänge vor; diese letztern namentlich pflegen die Verkrümmung oder Umwandlung eines bestimmten Theils anzudeuten; daher sehen wir bei den unfruchtbaren (sterilen) Staubgefäßen, welche theils zusammen mit fruchtbaren, d. h. Pollen erzeugenden, theils — in eingeschlechtigen, weiblichen Blüthen nämlich — ohne solche vorkommen, den Staubfaden statt der Anthere mit einer Drüse geendigt. Auch diese mannichfach gestalteten sterilen Staubgefäße hat man früher als Nectarien beschrieben; richtiger ist der Ausdruck: Scheinstaubgefäß oder Staminodium, namentlich wenn im Aeußern noch eine Aehnlichkeit mit der Form des wirklichen Staubgefäßes vorhanden ist. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 175.) zeigt die Staubgefäße nebst Staminodium von der Braunwurz (Scrofularia), wo dasselbe genau die Stelle des fehlenden fünften Staubblatts einnimmt, und somit die in den Blüthendecken herrschende Fünfzahl auch für den Kreis der Staubgefäße herstellt.

174.



175.



Auf der Spitze des Trägers oder Staubfadens ist der Staubbeutel befestigt, welcher in den meisten Fällen aus zwei gleichgroßen Hälften oder Fächern besteht. Der dieselbe verbindende Theil, welcher als Fortsetzung des Staubfadens zu betrachten ist, heißt Zwischenband oder Connectiv. Manchmal setzt sich dasselbe noch über die Fächer des Staubbeutels hinaus in einen verschiedengestalteten Anhang oder in eine Spitze fort, wie z. B. in Fig. 176., wo man dann die Antherenfächer als dem Connectiv angewachsen bezeichnet.

176.



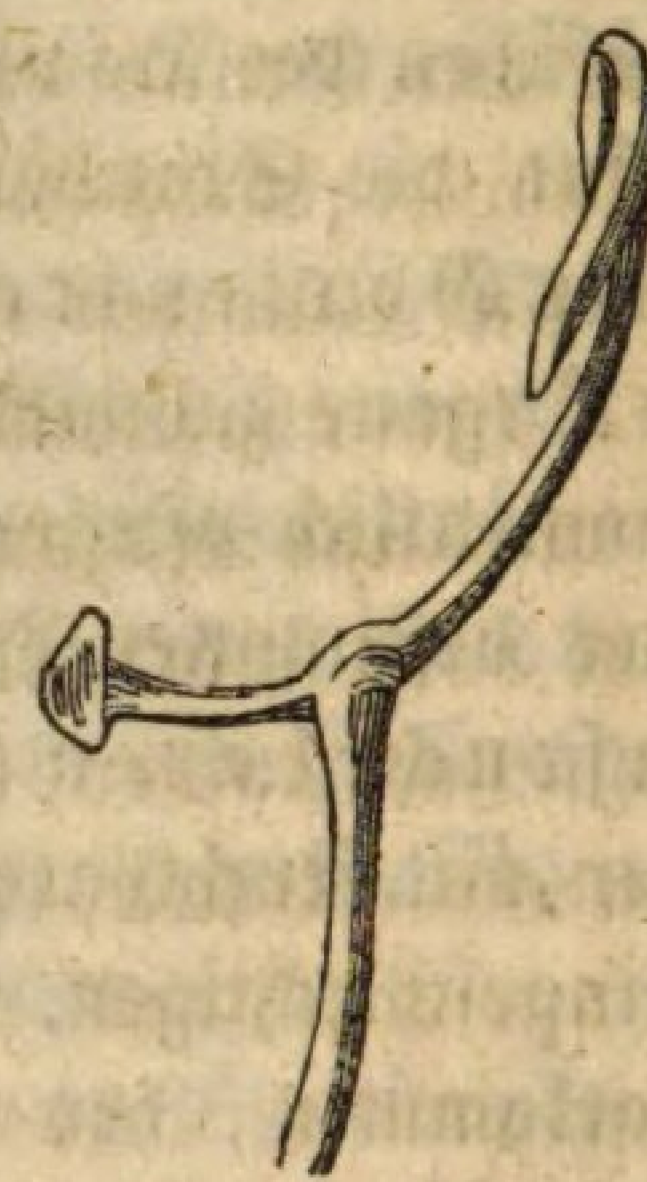
In der Regel ist aber das Connectiv nur ein schmaler, die Fächer des Staubbeutels in paralleler Lage verbindender Streif und mit denselben so eng verwachsen, daß es einen integrirenden Theil der Anthere auszumachen scheint. Wenn sich dasselbe aber vorherrschend in die Breite entwickelt, so müssen dadurch natürlich diese Fächer weiter auseinandertreten, und ist dabei seine Ausbildung ungleichmäßig, so werden jene mehr oder weniger untereinander divergiren, wie es unter Andern bei den meisten rachen- und lippenblü-

thigen Pflanzen (s. Fig. 177.) der Fall ist. Am eigenthümlichsten ist das Zwischenband bei dem Salbei (Fig. 178.) gestaltet; hier

177.



178.



stellt es nämlich einen querliegenden, etwas gekrümmten Stab vor, der auf dem Ende des Staubfadens eingelenkt ist und an seiner obern Endigung ein Pollen enthaltendes Antherenfach trägt, am untern aber eine Drüse als Andeutung des zweiten, hier fehlschlagenden Fachs. Obgleich nach dem Obigen das Connectiv eigentlich die zwischen die Antherenfächer hineintretende Fortsetzung des Staubfadens ist, so erscheint es doch häufig wie durch ein Gelenk von diesem abgegliedert, und oft setzen sich beide nicht in gleicher Richtung ineinander fort, sondern die Anthere sitzt im Winkel auf der Spitze des Staubfadens auf, indem sie an einem höher oder tiefer liegenden Punkte ihres Rückens sich mit derselben einlenkt. Wenn dieser Vereinigungspunkt der Mitte des Staubbeutels naheliegt, so erscheint der Staubbeutel sozusagen im Gleichgewicht oder schwebend auf der Spitze des Staubfadens befestigt und kann auch leicht nach beiden Richtungen hin auf- und abbewegt werden; das sind die sogenannten aufliegenden Antheren, wie sie bei der Lilie, den Amaryllisarten und manchen andern Pflanzen vorkommen.

Die Anthere oder der Staubbeutel ist ein häutiges, in den meisten Fällen durch das Zwischenband in zwei Fächer getrenntes Säckchen, welches den Blüthenstaub enthält und denselben zur Blüthezeit durch spaltenartige oder sonstige, in seinem Bau bestimmt vorgebildete Oeffnungen entleert. Der einfächrige Staubbeutel ist meist von rundlicher oder nierenförmiger Gestalt und pflegt in einer querüberlaufenden Spalte aufzuspringen. Mannichfacher ist die Gestalt sowohl als die Art des Oeffnens bei der zweifächrigen Anthere. In der Gestalt der Fächer finden sich hier alle Zwischenstufen von der kugeligen (z. B. bei den Wolfsmilcharten) durch die länglichrunde zur lanzet- und

linienförmigen. Dabei sind die beiden Fächer, wie schon oben gesagt wurde, in den meisten Fällen der Länge nach parallel nebeneinander=liegend; häufig treten sie aber dann unten etwas stärker auseinander und sind daher am Grund oft mehr oder weniger deutlich herz= und pfeilförmig. Sehr eigenthümlich ist die Form der Antheren bei vielen kürbisartigen Pflanzen (s. Fig. 179.), wo sie bandförmig und mehrmals auf= und abgewunden erscheinen. Auch kommen an den Staubbeuteln Anhänge und zwar oft der Zahl der Fächer entsprechend, in der Zweizahl vor; spornartig sind dieselben bei den Heidekräutern und deren Verwandten, wie die nebenstehenden Abbildungen — Fig. 180. von einer Erica, Fig. 181. von einer Heidelbeere, beide

179. 180. 181.



in der hinteren Ansicht — zeigen.

In der Regel springt jedes der beiden Fächer durch eine Längs=spalte auf, welche schon vor der Oeffnung durch eine vertiefte Naht oder Furche angedeutet zu seyn pflegt; wenn die Stelle dieser Naht stark eingedrückt ist, so erhält die Anthere öfter das Ansehen, als wenn sie aus vier Längsfächern bestünde, wozu noch manchmal eine innere Abtheilung durch eine vom Connectiv ausgehende unvollständige Scheidewand kommt, Bildungen, die sich am deutlichsten auf dem Querschnitt (s. Fig. 182.) darstellen.

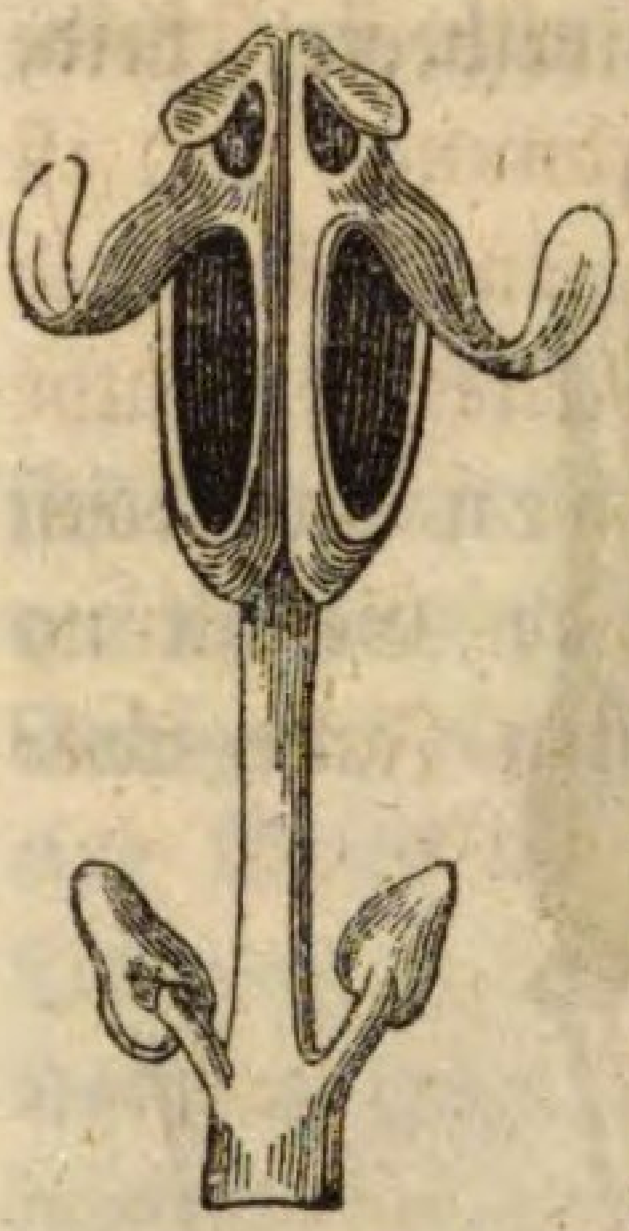
182.



Charakteristisch ist bei den Gräsern die halbmondförmige Krümmung, welche die Fächer der Anthere, die vorher fast parallel neben=einander lagen, nach dem Oeffnen annehmen, wodurch sie dann oben und unten beträchtlich auseinander weichen; bei andern Pflanzen, z. B. dem Tausendguldenkraut (Erythraea) sind dieselben nach dem Aufspringen sogar spiralförmig gedreht. Noch begründet die Lage der Längsspalte einen nicht unwichtigen Unterschied; sie kann nämlich nach der Seite hin, d. h. genau in der mittleren Durchschnittsebene des

Staubgefäßes gelegen seyn, oder sie ist, wie das weitaus in den meisten Fällen geschieht, nach dem Innern der Blüthe hin gerichtet, also auf die gegen den Kreis der Fruchtblätter gewendete Seite des Staubbeutels vorgerückt, oder endlich — wie das bei vielen Ranunculaceen und bei den Schwertlilien vorkommt — die Staubbeutel entleeren sich nach außen zu oder gegen den Umfang der Blüthe hin, wo sie dann auswärtsgekehrt heißen. Die zweite wesentlich verschiedene Art der Oeffnung des Staubbeutels, welche jedoch weit seltener ist, als das Aufspringen in Spalten, ist die durch Löcher oder Poren; sie kommt z. B. bei der Kartoffel und bei den Heidekräutern (s. Fig. 180. und 181.) vor. Noch eigenthümlicher ist das klappige Aufspringen, wobei sich die Haut von den Oeffnungen deckelartig ablöst; zweiklappig sind die Antheren des Lorbeers und des Sauerdorns (Berberis), vierklappig die der ausländischen Lorbeerarten, von deren einer nebenstehend ein Staubgefäß, mit zwei am Grunde des Staubfadens anhängenden drüsigen Staminodien abgebildet ist (Fig. 183.). —

183.



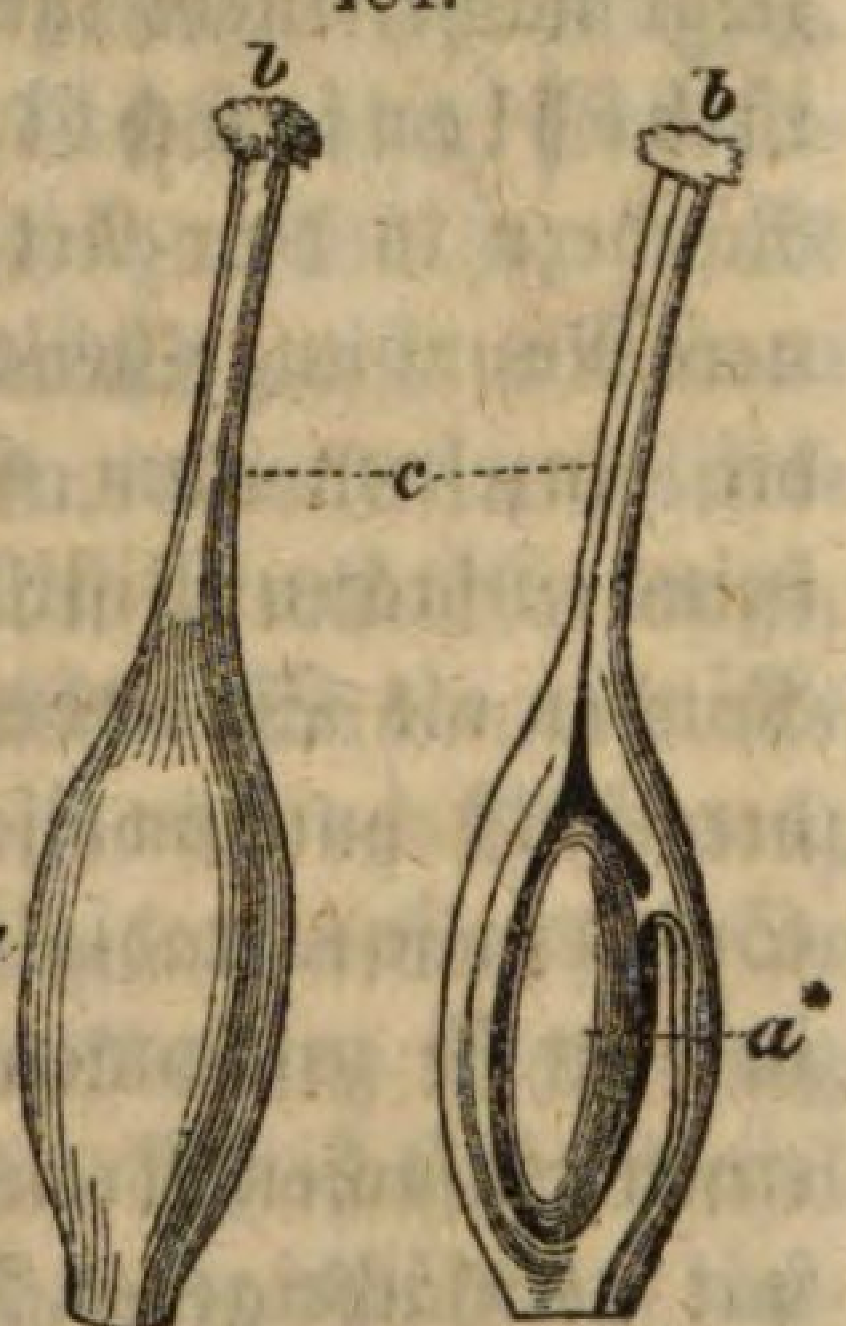
Der Pollen oder das Blüthenmehl, welches im Staubbeutel sich erzeugt und bei dessen Reife auf die angegebene Weise entleert wird, stellt sich als ein feines, meist gelbgefärbtes Pulver dar, dessen einzelne Körnchen unter dem Mikroskop sehr mannichfache Gestalt und zierliche Bildung zeigen, die wir weiter unten noch näher betrachten werden. Hier ist nur noch anzuführen, daß in den beiden Familien der Orchideen und der Asclepiadeen alle den Inhalt eines Antherenfachs bildenden Pollenkörner zu einem Körper zusammenhängen und dann nicht als loser Staub, sondern als zähe Pollenmassen, welche die Form des Antherenfachs beibehalten, aus dessen spaltenartiger Oeffnung austreten; auch diese Bildung werden wir unten nach ihrer Entstehung und Zusammensetzung näher zu betrachten haben.

§. 10. Von den Fruchtblättern und den Samenknospen.

Die Frucht- oder Carpellarblätter bilden den innersten Kreis der die Blüthe zusammensetzenden Blattorgane; daher stehen sie auf der Spitze der Blüthenachse; jedoch erscheinen sie, wie wir oben gesehen haben, durch Verkürzung dieser und theilweise Verwachsung mit den äußern Kreisen nicht selten unterständig, d. h. scheinbar tieferlie-

gend, als die übrigen. Abgesehen von diesem Verhältniß der Stellung zeigt sich bei den Fruchtblättern eine wesentliche Verschiedenheit darin, daß entweder jedes derselben einzeln in sich abgeschlossen ein besonderes Organ darstellt, oder daß der ganze Kreis durch mehr oder weniger vollständige Verschmelzung als ein zusammengehöriges Ganze erscheint; dieses Gebilde wird in beiden Fällen Stempel oder Pistill genannt; im ersteren ist dasselbe jedoch einfach, d. h. aus einem Fruchtblatt gebildet, im zweiten zusammengesetzt, also einem ganzen Fruchtblattkreis entsprechend. Wenn mehrere einfache Pistille in einer Blüthe vorhanden sind, so bilden sie der Regel nach einen Kreis, wie z. B. bei der Nießwurz und dem Eisenhut, oder aber sie stehen, wenn sie nämlich sehr zahlreich sind, in spiraliger Anordnung. Oft ist aber auch von dem ganzen Fruchtblattkreis nur ein einziges Glied ausgebildet, welches dann als einfacher Stempel die Mitte der Blüthe einnimmt, wie das bei den Schmetterlingsblüthen und beim Kernobst der Fall ist. Indem wir bei Betrachtung der Gestaltung des Stempels und seiner Theile von diesem einfachsten Falle ausgehen, möge als Beispiel das nebenstehend (Fig. 184.) abgebildete Pistill der Kirsche dienen. Der untere, eine geschlossene Höhle bildende Theil des Stempels heißt Fruchtknoten oder Eierstock (Ovarium in der Fig. bei a.); er enthält in seinem Innern an einer der Wandungen befestigt die erste Anlage des Samens, welche sich als ein knospenförmiger Körper darstellt und Samenknospe oder Eichen genannt wird (s. in der Durchschnittsfigur bei a*). Die freie Spitze des Fruchtblatts wird von der Narbe (Stigma Fig. 184. b. b.) eingenommen, welche zur Aufnahme des Blüthenstaubs bestimmt ist und zu diesem Zwecke sich auf ihrer Oberfläche mit drüsenartigen Haaren oder Warzen besetzt findet. Zwischen beiden ist noch häufig ein stielartig verlängerter Theil: der Griffel oder Staubweg (Stylus Fig. 184. c.) vorhanden, der aber ebenso wie der Blattstiel am Blatt nicht wesentlich ist, sondern bald mehr bald weniger entwickelt auftreten und auch ganz fehlen kann, wo dann die Narbe unmittelbar auf dem Scheitel des Fruchtknotens aufsitzt, wie z. B. bei den Ranunkelarten. Offenbar bildet sich dieses einfache Pistill aus dem Fruchtblatt in der Art, daß die ungestielte Blattspreite durch Einkrümmung oder Einrollung nach Innen und durch Verwachsung der zusammenstoßenden Ränder die Höhle des Fruchtknotens bildet, während die Spitze

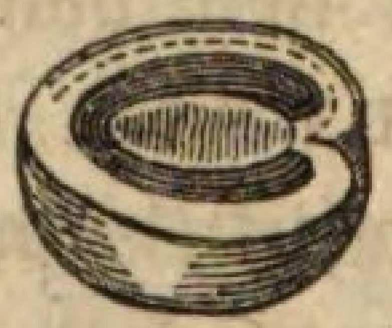
184.



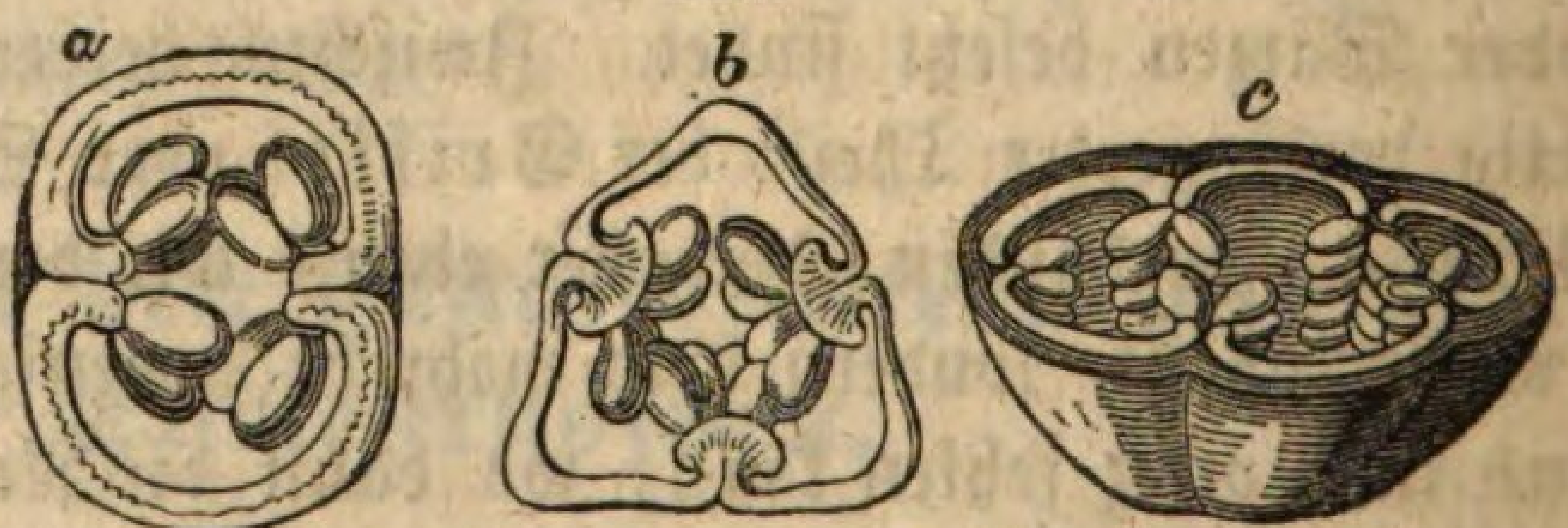
des Fruchtblattes sich zur Narbe umwandelt. Daß der Griffel, wo er vorhanden, nur als eine verschmälerte, keine Eichen enthaltende, Fortsetzung des Fruchtknotens zu betrachten ist, geht daraus hervor, daß die Höhle des letztern meist durch die Achse desselben hindurch als ein feiner Kanal, der Griffelkanal genannt wird, verfolgt werden kann (s. oben die rechte Figur).

Das zusammengesetzte Pistill zeigt im Wesentlichen dieselben Theile wie das einfache, nur sind sie, da es aus der Verschmelzung der Glieder eines zwei- oder mehrzähligen Kreises entstanden ist, wenigstens zum Theil stets in der Mehrzahl vorhanden; in der Regel aber beschränkt sich die Verwachsung auf den untern Theil der Carpellarblätter, nämlich den Fruchtknoten, indeß die Griffel oder mindestens die Narben geschieden bleiben, daher man an diesen die Zahl der in die Verwachsung eingehenden Blattorgane erkennen kann. Der Fruchtknoten, welcher also auch beim zusammengesetzten Stempel äußerlich als ein einfacher Körper erscheint, und höchstens durch Furchen oder seichte Eindrücke eine Andeutung von Abtheilungen erkennen läßt, zeigt nach seinem innern Bau zwei Hauptverschiedenheiten: die Pflanze ist höhlenfrüchtig, wenn derselbe aus ausgebreiteten und mit den Rändern in der Art verschmolzenen Fruchtblättern besteht, daß der innere Raum ungetheilt bleibt; fächerfrüchtig dagegen heißt sie, wenn die einzelnen zum Stempel verwachsenen Fruchtblätter in sich (wie beim einfachen Pistill) geschlossen sind, wo dann die eingeschlagenen Ränder als Scheidewände den innern Raum in Fächer abtheilen. Aus der Entstehungsweise dieser Fächer geht hervor, daß die sie trennenden Scheidewände radial, d. h. vom Umfang gegen den Mittelpunct zu, in dem sie zusammenstoßen, verlaufen müssen, so wie daß sie stets nur einen einfachen Kreis bilden können. So erhalten wir als Stempel mit „einfächrigem" Fruchtknoten die einfachen Pistille und die höhlenfrüchtigen (Fig. 185. — 186. a. b. c.), die mehrfächrigen aber sind

185.

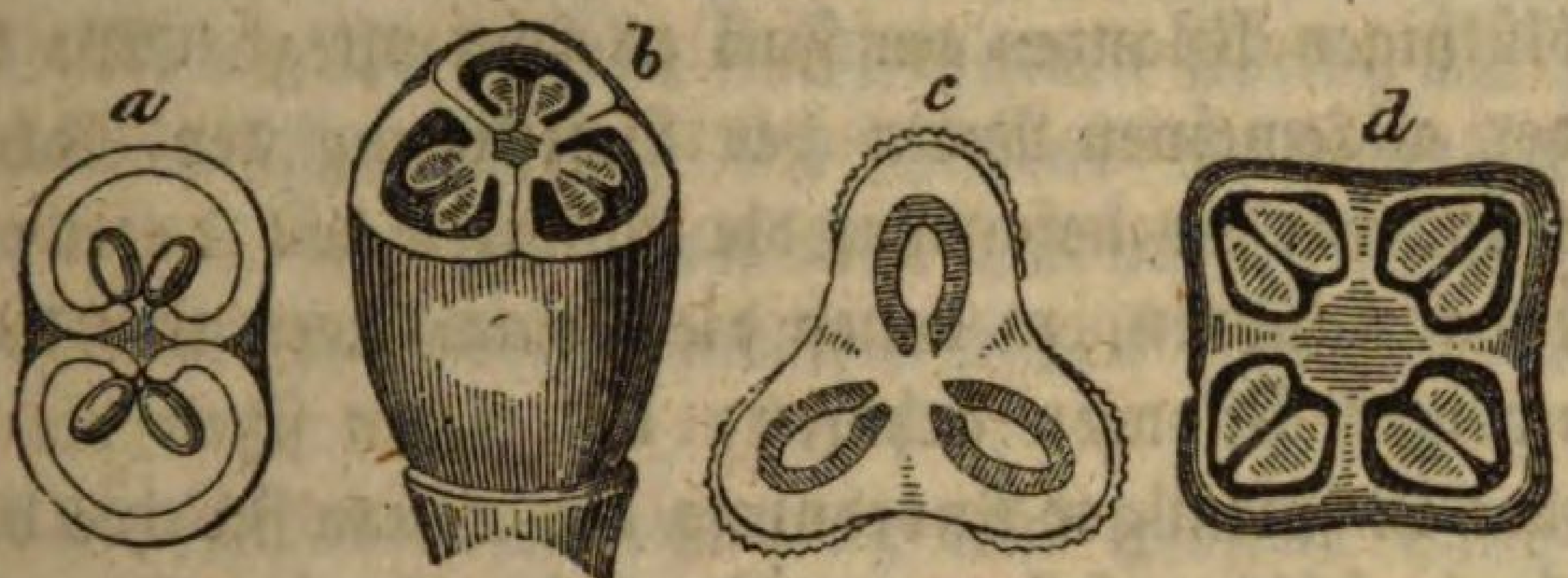


186.



vorzugsweise nur wenigzählig, nämlich 2—5fächrig (Fig. 187. a—d.); es gilt nämlich als Regel, daß die Zahl der Glieder im Fruchtblattkreis sich gegen die der äußern Blüthenquirle, namentlich aber der Staubblätter plötzlich vermindert und selten die der einfachen Blüthen-

187.



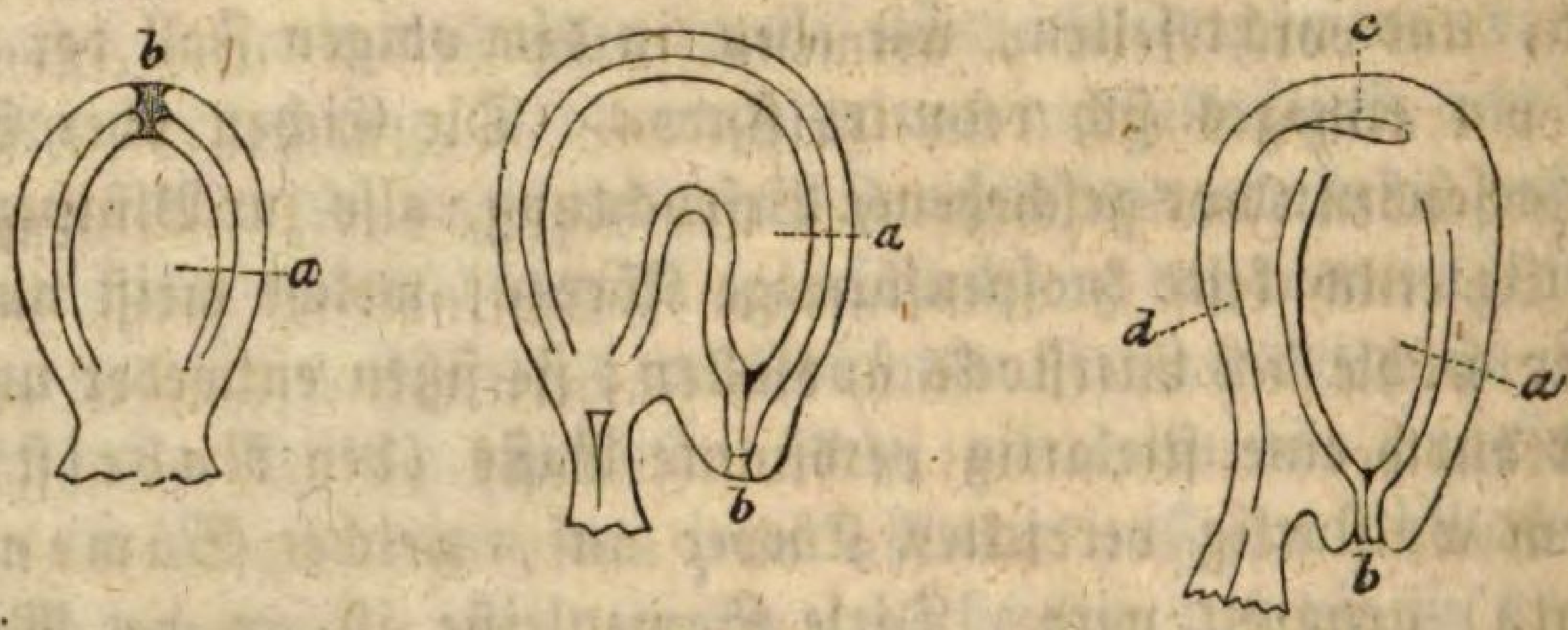
decke überschreitet, ja häufig auf eins reducirt erscheint. Eine Ausnahme machen freilich alle sogenannten vielfrüchtigen Pflanzen, nämlich die mit zahlreichen spiralig gestellten einfachen Stempeln versehenen, von denen schon oben als bekanntes Beispiel die Gattung Hahnenfuß (Ranunculus) genannt wurde.

Im Innern der Fruchtknotenhöhle geht die Entwickelung des zur Fortpflanzung der Art bestimmten Samens vor sich; es sind daher noch hier als wesentliche Theile die Samenanlagen oder Eichen zu betrachten, welche bald in größerer, bald in geringerer Anzahl vorhanden sind, und nicht selten, wie eben in dem obigen Fall der Kirsche, bis auf ein einziges sich reducirt finden. Die Eichen oder Samenknospen erscheinen vor geschehener Befruchtung, also zur Blüthezeit, als noch wenig entwickelte knospenförmige Körper, welche meist nur einen Theil der Höhle des Eierstocks ausfüllen; sie sitzen entweder unmittelbar oder durch eine stielartig verdünnte Basis (den Nabelstrang), auf einem wulstartig verdickten Körper auf, welcher Samenleiste (placenta) genannt wird. Diese Samenleiste ist an der Wandung des Fruchtknotens stets so befestigt, daß sie längs des Randes der Fruchtblätter zu liegen kommt; sie ist daher nur für eine Verdickung der Ränder des Carpellarblatts zu halten. Hiernach läßt sich als Regel aufstellen, daß die Samenknospen den Rändern der Fruchtblätter aufsitzen oder aus ihnen entspringen; hieraus erklärt sich auch ihre aus den obigen Abbildungen (s. Fig. 184—187.) ersichtliche Stellung, daß sie nämlich beim einfächrigen Fruchtknoten stets wandständig, beim mehrfächrigen aber im innern Winkel der Fächer befestigt sind. Da in beiden Fällen an diesen Stellen zwei Fruchtblattränder zusammenstoßen, so ist es natürlich, daß die Eichen, wenn sie in Mehrzahl vorhanden sind, in der Regel in zwei nebeneinanderliegenden, oder (wie bei der Erbse) ineinandergreifenden Reihen sich angeordnet finden. Ist die Zahl der Samenknospen auf zwei oder ein einziges reducirt, so pflegt dasselbe am obern Ende der Samenleiste, also hängend (wie oben in Fig. 184.) befestigt zu seyn; doch sind solche einzelne Eichen auch nicht selten vom Grunde des Faches aufsteigend, wie dieß na-

mentlich in den beiden großen Familien der Gräser und der zusammengesetztblüthigen Pflanzen der Fall zu seyn pflegt. Als Abweichungen von der allgemeinen Norm der Befestigung der Eichen an den Fruchtblatträndern sind besonders die Pflanzen mit centraler Samenleiste anzuführen, zu denen die Primulaceen und die Mehrzahl der nelkenartigen Pflanzen gehören; bei diesen sitzen die Eichen reihenweise oder in spiraliger Anordnung auf einem sich aus dem Grunde der Fruchtknotenhöhle erhebenden, öfters kugelig angeschwollenen Körper, welcher, außer an seiner Basis, nach allen Seiten hin frei ist und aus den verwachsenen Samenleisten besteht. Außerdem kommen einzelne Fälle vor, wo die Samenknospen auf den Scheidewänden des Eierstocks, also auf den Seitenflächen der Carpellarblätter vertheilt sind, wie das beim Mohn und der Seerose sich findet.

Die Samenknospe besteht auf derjenigen Stufe der Ausbildung, welche sie zur Blüthezeit erlangt hat, aus einem zelligen Kern, (siehe die idealen Durchschnittsfiguren 188—190. bei a.) und aus

188. 189. 190.



einer doppelten, diesen umhüllenden Haut (der äußern und innern Eihaut), welche an ihrer Spitze von einer engen Oeffnung: dem Keimmund (micropyle — ebendaselbst bei b.) durchbohrt ist. Diese Theile zeigen aber verschiedene Lagen gegen den Befestigungspunkt des Eichens auf der Samenleiste, an welcher dasselbe entweder unmittelbar oder vermittelst eines bald mehr, bald weniger entwickelten Nabelstrangs (s. oben) befestigt ist. Hiernach unterscheiden wir: 1) geradläufige (orthotrope) Eichen (Fig. 188.), wenn der Keimmund dem Grund der Samenknospe und ihrem Ansetzpunkt entgegengesetzt ist; 2) krummläufige (campylotrope) (Fig. 189.), wenn die Spitze zurückgebogen und dem untern Theil in seitlicher Lage angewachsen ist, und 3) rückläufige (anatrope, Fig. 190.), bei welchen durch Verlängerung der einerseits anwachsenden Fortsetzung des Nabelstrangs, welche Naht (rhaphe Fig. 190. d.) heißt, der Knospenmund neben den Anhaftungspunkt zu liegen kommt, während der Grund des Kerns, welcher durch den sogenannten Hagelfleck

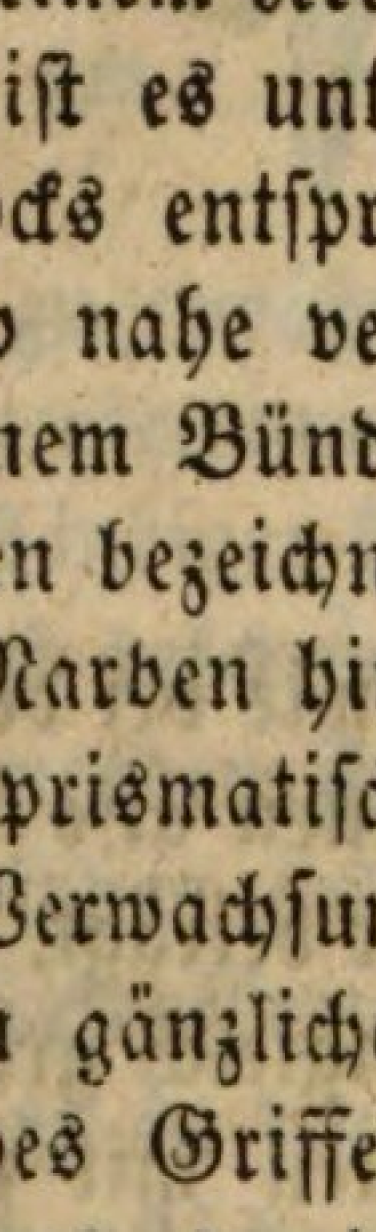
(*Chalaza* ebendaselbst bei c.) bezeichnet ist, auch hier jener Oeffnung entgegengesetzt ist. Wir werden im Folgenden sehen, wie aus diesen, erst im Lauf der Entwickelung des Eichens durch ungleichförmiges Wachsthum der Theile hervortretenden Bildungsverschiedenheiten der Samenanlage die besondern charakteristischen Formen des Samens entstehen.

Der Griffel oder Staubweg wird gebildet durch die mehr oder weniger vorgezogene Spitze des Fruchtblatts, welche als ein fadenförmiger oder cylindrischer stielartiger Theil zwischen Fruchtknoten und Narbe auftritt. Manchmal löst er sich auch unterhalb der Spitze oder selbst schon in der Nähe der Basis von dem Eierstock ab (s. Fig. 191. von der Erdbeere), welche Bildung füglich mit der oben betrachteten der rückenständigen Gramm verglichen werden kann. Natürlich ist beim einfachen Pistill auch nur ein Griffel vorhanden, doch kommt die Spaltung in zwei, den beiden die Eichen tragenden Fruchtblatträndern entsprechende Aeste, welche sich bei der Narbe häufig findet, auch manchmal schon hier vor. Beim zusammengesetzten Pistill sind meistens, wie schon oben erwähnt wurde, die Griffel der einzelnen in die Verwachsung eingehenden Fruchtblätter frei und sitzen daher in einem Kreis auf dem äußerlich einfach erscheinenden Fruchtknoten; so ist es unter andern beim Apfel, dessen fünf, den Fächern des Eierstocks entsprechende Staubwege untereinander frei bleiben; bei der so nahe verwandten Birne dagegen hängen die fünf Griffel zu einem Bündel zusammen, wodurch deutlich der Uebergang zu den Fällen bezeichnet wird, wo die Glieder des Fruchtblattkreises bis zu den Narben hinauf verschmelzen. Hiebei gibt der Griffel häufig durch eine prismatische Gestalt oder durch sonstige äußerlich sichtbare Spuren der Verwachsung die Art seiner Entstehung zu erkennen; aber selbst beim gänzlichen Mangel derselben ist ein solches Zusammengesetztseyn des Griffels überall anzunehmen, wo die Abtheilungen des Fruchtknotens oder die freien Narben auf einen mehrzähligen Fruchtblattkreis hinweisen; so ist z. B. in dem hier neben abgebildeten Fall der Malve (Fig. 192.) aus der Zahl der freien Narben, die der zu dem säulenförmigen Griffel verwachsenen Theile unschwer zu erkennen. Selbst bei getrennten Fruchtknoten kann Verschmelzung der Staubwege vorkommen, wie z. B. kriechende Heckenrose (Rosa repens) zeigt. Manchmal erscheint der Griffel auch am Grunde angeschwollen, wie bei den Doldenpflanzen, oder an der Spitze keulenförmig verdickt; sonstige Abweichungen von der normalen Ge-

191.



192.



staltung betreffen vorzugsweise nur seine Richtung, indem er gekniet, gekrümmt oder gebogen erscheint, wobei die Ablenkung von der geraden Richtung oft mit der der Staubfäden übereinstimmt.

Die Narbe ist die zum Behuf der Aufnahme des befruchtenden Blüthenstaubs umgewandelte Spitze des Fruchtblatts; sie sitzt daher, wenn ein Griffel vorhanden ist, am Ende desselben, da wo der Griffelkanal sich nach außen öffnet, auf; häufig jedoch zieht sie sich an der einen Seite tiefer herunter und heißt dann seitenständig, wie z. B. bei den meisten Schmetterlingsblüthen (s. Fig. 193.). Die endständige Narbe erscheint zunächst ungetheilt als eine kopfförmige oder flachkugelige Erweiterung oder eine keulenförmige Anschwellung des Griffelendes. Wie schon oben angeführt wurde, so entspricht dem einfachen Fruchtblatt häufig eine in zwei Aeste oder Schenkel gespaltene Narbe; dieser Fall findet sich namentlich in der großen Familie der Compositen (Fig. 194.) und der Gräser (Fig. 195. und 196.),

193.


194.


195.


196.


sowie bei den wolfsmilchartigen und vielen andern Pflanzen, bei denen also die Zahl der Narben das Doppelte von der der Fruchtblätter beträgt. Wenn die beiden Schenkel einer solchen zweispaltigen Narbe ungleich groß sind, so heißt dieselbe zweilippig, eine Form, die fast allen mit zweilippiger Blumenkrone versehenen Gewächsen zukommt. Die Oberfläche der Narbe ist durch Bekleidung mit Drüsen oder Haaren und durch die aus ihren Zellen ausschwitzende klebrige Feuchtigkeit, welche das festere Haften des auffallenden Pollens bewirkt, ausgezeichnet; doch erstreckt sich diese Beschaffenheit nicht immer über die ganze Narbenfläche; so bildet sie z. B. in dem Fig. 194. abgebildeten Fall nur streifenartige Einfassungen der Narbenschenkel, und bei der Schwertlilie, welche eine sehr entwickelte, blumenblattartige, dreitheilige Narbe besitzt, sind nur drei schmale, in der Nähe des obern Endes der Narbenabtheilungen liegende Querfurchen zur Aufnahme des Pollens geeignet. Auf einem ähnlichen Verhältniß beruht auch der

Unterschied der federförmigen (Fig. 195.) und pinselförmigen (Fig. 196.) Narben bei den Gräsern; im ersteren Falle nämlich erstreckt sich die Behaarung in der ganzen Länge der beiden Schenkel der zweispaltigen Narbe, im letzteren aber erscheint sie an deren Spitze zusammengedrängt, indeß sie am untern Theil fehlt.

Die mehrtheiligen Narben, welche beim zusammengesetzten Pistill in der Regel vorkommen, entsprechen in der Zahl ihrer Abtheilungen natürlich der Zahl der Glieder des Fruchtblattkreises; dabei erscheint die Narbe je nach dem Grad der Verwachsung ihrer Theile bald mehr, bald weniger tief eingeschnitten; so ist bei den Asclepiadeen die fleischige, zu einem kuchenförmigen Körper verdickte Narbe fünfseitig oder stumpf fünfkantig, und beim Mohn (Fig. 197.) erscheint sie als eine dem Fruchtknoten unmittelbar aufsitzende am Rande vielkerbige Scheibe, auf welcher sternförmig angeordnete Drüsenleisten die eigentlichen Narbenstellen bezeichnen. Die Form der einzelnen Theile der zusammengesetzten Narbe ist übrigens gleich der der einfachen Narbe äußerst mannichfach; als eine sehr ausgezeichnete in ihrer Gestaltung ist unter andern die des Crocus (Fig. 198.) anzuführen, welche tief dreitheilig ist mit röhrenförmigen, am Rande gezähnten Abschnitten.

197.



198.



Schließlich sind hier noch die Verwachsungen kurz zu erwähnen, welche die beiden Kreise der wesentlichen Blüthenorgane untereinander eingehen, und welche also in mehr oder weniger vollständiger Verschmelzung der Staubgefäße mit dem Pistill bestehen; doch beschränken wir uns hier auf die bei einheimischen Pflanzen vorkommenden Fälle. Bei den Orchideen nämlich sind Griffel und Staubfaden (es ist nämlich nur ein Staubgefäß ausgebildet) zu einem säulenförmigen meist vorwärts gekrümmten Körper: dem Gynostemium, in der Art verschmolzen, daß die Anthere unmittelbar über der Narbenfläche aufgewachsen erscheint. Bei der Osterluzei (Aristolochia) endlich ist die Verschmelzung beider Kreise so vollständig, daß die Staubbeutel dem Umfang der scheibenförmigen mehrlappigen Narbe ansitzend erscheinen.

§. 11. Von der Frucht und dem Samen.

Durch die Befruchtung wird in gewissen Theilen der Blüthe eine Reihe von Veränderungen eingeleitet, deren Ziel und letzter Zweck die Trennung des reifen Samens von der Mutterpflanze ist, womit dann der Lebensprozeß dieser zu einem Abschluß zu gelangen pflegt, der frei-

lich nur bei den ein- und zweijährigen Pflanzen vollständig ist, indem er hier im Absterben der ganzen Pflanze besteht. Diese Veränderungen betreffen zunächst und im Wesentlichen den Kreis der Fruchtblätter, welcher durch fortgehendes Wachsthum und durch verschiedenartige Ausbildung seiner Masse sich in die Frucht umwandelt. Den wesentlichen Inhalt der Frucht bildet der reife, d. h. der unter günstigen Umständen keimfähige Samen, welcher in seinem Innern bereits das junge Pflänzchen, freilich in einfachster, auf die erste Anlage von Stengel und Blättern beschränkten Gestalt, enthält. Daraus, daß der Samen, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, als Samenknospe aus dem Rande des Fruchtblattes entsteht, erklärt sich genügend die Erscheinung, daß die Gestaltvollendung oder Reifung der Frucht und die des Samens miteinander fortschreiten und sich wechselseitig bedingen. Doch ist letztere Regel insofern nicht ohne Ausnahme, als es gewisse Abarten namentlich cultivirter Pflanzen gibt, bei denen auch ohne Samenentwickelung die Frucht ihre volle Ausbildung erlangt; manchmal erscheint sie sogar bei fehlschlagenden Samen um so vollkommener, gleichsam als wenn die für den Samen bestimmten Stoffe hier zur Ausbildung der Frucht verwendet würden; so haben z. B. die edleren Obstsorten meist nur wenige ausgebildete Samenkerne, und die kleinbeerige blaue Traube, welche die Corinthen oder kleinen Rosinen des Handels liefert, ist ganz kernlos; ebenso sind die Brodfrucht und die Banane, zwei der wichtigsten nährenden Früchte warmer Länder, in ihren cultivirten Varietäten durchaus ohne keimfähigen Samen.

Die verschiedenen Theile der Blüthe zeigen nach der Befruchtung, welche der Zeit nach meist mit der vollsten Blüthenentfaltung zusammentrifft, ein sehr verschiedenes Verhalten. Der untere Theil der Fruchtblätter, der Eierstock, macht, indem er sich fort und fort vergrößert und in seiner Massenbeschaffenheit oft sehr erhebliche Aenderungen erleidet, den wesentlichen Bestandtheil der Frucht aus; in den Fällen aber, wo die Blüthendecken, nämlich Kelch oder Blüthenhülle, mit dem Fruchtknoten verwachsen sind, nehmen auch sie an der Fruchtbildung Antheil, was man stets daran erkennt, daß diese mit der Kelchröhre verwachsenen oder unterständigen Früchte vom Kelchrand gekrönt sind, daß seine Zipfel auf dem Scheitel der Frucht stehen (wie bei der Quitte) oder doch in ihren Ueberresten zu erkennen sind, wie z. B. beim Apfel und der Johannisbeere. In manchen Fällen ist freilich auch der unterständige Kelch oder die freie Blüthenhülle bleibend, d. h. sie erhalten sich ohne wesentliche Veränderung ihrer Beschaffenheit bis zur Fruchtreife lebend, wie das beim Kelch der Lippenblüthen und der nachtschattenartigen Gewächse (Solaneae), so-

wie auch bei den Spelzen der Gräser der Fall ist. Auch andere benachbarte Theile, z. B. die Blüthenachse und selbst die gar nicht der Blüthe angehörige Hülle wachsen manchmal noch nach geschehener Befruchtung weiter und nehmen selbst, wie wir namentlich bei den sogenannten Scheinfrüchten sehen werden, an der Fruchtbildung Antheil. Alle Blüthenorgane aber, welche nicht mit die Frucht bilden helfen, und so namentlich die Blumenblätter und Staubgefäße, lösen sich unmittelbar nach dem Befruchtungsact aus ihrem Zusammenhang, und werden abgeworfen, oder sie sterben ab und bleiben im welken, verschrumpften Zustande stehen. Namentlich die Staubgefäße sind in diesem Sinne hinfällig, indem sie, sobald durch Aufspringen der Staubbeutel und Ausstreuen des Pollen ihre Bestimmung erfüllt ist, sogleich abfallen oder verdorren, was sich übrigens wie bei den Blumenblättern aus ihrem zarten Bau leicht erklären läßt.

Zu den hinfälligen Blüthentheilen gehören ferner auch in den meisten Fällen Griffel und Narbe, welche ebenfalls, nachdem sie durch Vermittelung der Befruchtung ihre Bestimmung erfüllt haben, absterben und mehr oder weniger vollständig verschwinden, indeß der untere oder Fruchtknotentheil des Carpellarblatts durch die ihm dann ausschließlich zuströmende Ernährung seine eigenthümliche Ausbildung erhält. Diese Aus- und Umbildung bezieht sich vorzugsweise auf die Consistenz oder Massenbeschaffenheit der Fruchtblätter, und es erscheint hiernach die Substanz der Frucht bald haut- oder pergamentartig, bald lederartig, bald holzig, bald mehr oder weniger saftig, fleischig mit vielen Zwischenstufen, die den Uebergang von einer Classe zur andern bilden; auch der Fall ist nicht eben selten, daß die innern und die äußern Schichten desselben Fruchtblatts verschiedene Beschaffenheit annehmen, wie z. B. beim Steinobst, wo das Fleisch und der hartholzige Stein aus der Umwandlung eines Fruchtblatts sich bilden, wie man sich beim Durchschnitt jüngerer Früchte überzeugen kann, wo man beide noch wenig von einander verschieden finden wird. Während so die Consistenz der Carpellarblätter während der Reifung die mannichfachsten Veränderungen eingeht, finden wir ihre Gestaltung, Zahl, Stellung und Verwachsung in der Frucht im Wesentlichen unverändert wieder, wie sie im Stempel zur Blüthezeit waren. Eine Ausnahme hievon bilden die Fälle, wo nur einzelne der im Fruchtknoten vorhandenen Samenanlagen oder Eichen sich zu Samen ausbilden, während die Mehrzahl derselben fehlschlägt; es werden dann nämlich auch diejenigen Abtheilungen oder Fächer, in denen alle Eichen fehlschlagen, verkümmern und in der reifen Frucht entweder gar nicht mehr oder nur noch in schwachen Andeutungen zu erkennen seyn. So z. B. hat der Fruchtknoten der Eiche drei Fächer — daher auch die dreilappige

Narbe — mit je zwei Eichen, also sind in der Anlage sechs Samen vorhanden; von diesen bildet sich aber nur ein einziger auf Kosten der übrigen zugleich mit dem ihn einschließenden Fache aus, während die andern Fächer mit ihren Eichen verkümmern, daher die Frucht immer einfächrig und einsamig ist; bei der Haselnuß ist der Eierstock, entsprechend der zweitheiligen Narbe, zweifächrig und enthält zwei Eichen; von diesen kommt aber regelmäßig nur eines zur Entwickelung und drängt hiebei die Scheidewand zur Seite, die dann am reifen Kern als ein faseriger, seitlich herablaufender Strang sich vorfindet.

Da nun, abgesehen von diesen und ähnlichen Ausnahmsfällen, der Bau der Frucht der in dem Fruchtknotentheil des Stempels gegebenen Anlage durchaus entspricht, so ergeben sich für die Eintheilung und methodische Anordnung der mannichfaltigen Fruchtformen dieselben Hauptabtheilungen, welche im vorigen Kapitel aufgestellt wurden, und wir unterscheiden zunächst: einfache, d. h. aus einem Fruchtblatt gebildete und zusammengesetzte Früchte, welche letztere dann wieder in Höhlen- und Fächerfrüchte zerfallen. Das zweite Eintheilungsmoment ist dann die Consistenz, welche das Carpellarblatt bei der Reife annimmt, wornach fleischige oder Beerenfrüchte, Trockenfrüchte (von häutiger, lederartiger oder holziger Consistenz) und Steinfrüchte, bei denen die innere Schichte der Fruchtblätter holzig verhärtet, während die äußere eine mehr oder weniger fleischige Beschaffenheit annimmt, zu unterscheiden sind. Nach ihrem Verhalten bei erlangter vollkommener Reife sind die Früchte entweder Schließfrüchte, d. h. nicht aufspringend, wohin mit ganz wenig Ausnahmen alle fleischigen und Steinfrüchte und von den Trockenfrüchten die sämmtlichen einsamigen — gleichviel ob sie es der Anlage nach oder durch Fehlschlagen sind — gehören, oder sie sind aufspringend, nämlich sie öffnen sich zum Behuf der Samenausstreuung in verschiedener Weise, was denn bei allen mehrsamigen von trockener Consistenz, die wir Kapselfrüchte nennen können, der Fall ist. Endlich können wieder alle die mannichfachen, aus der Combination dieser Momente unter einander sich ergebenden Fruchtarten, je nachdem sie aus einem oberständigen oder einem unterständigen Fruchtknoten entstanden sind, entweder frei (oberständig) seyn, oder Kelchfrüchte, bei denen der meist in ähnlicher Weise wie die Fruchtblätter umgewandelte Kelch einen integrirenden Theil ausmacht. Wenn noch andere Theile der Blüthe, namentlich der Fruchtboden, oder selbst nahegelegene, nicht zur Blüthe gehörige Organe, wie z. B. die Hülle oder der Blüthenstiel, an der Zusammensetzung des nach seinem äußeren Ansehen als „Frucht“ zu bezeichnenden Ganzen Antheil nehmen, so kann man diese Bildungen als uneigentliche oder Scheinfrüchte bezeich-

nen; zu diesen zählen auch, wenn man nicht vorzieht, sie als eine besondere Klasse aufzuführen: die Sammelfrüchte, d. h. diejenigen, welche aus der Verwachsung mehrerer Einzelfrüchte, deren jede einer besondern Blüthe ihre Entstehung verdankt, sich bilden; da dieses nur in gedrängten Blüthenständen geschieht, deren Glieder bei ihrer Ausbildung unter einander verschmelzen, so wäre diese Bildung auch als ein „Fruchtstand" zu bezeichnen, welcher sich als ein zusammengehöriges Ganzes darstellt.

Die Beispiele für die angedeuteten Hauptmodificationen der Fruchtbildung werden wir nun in der folgenden Uebersicht nicht sowohl nach streng systematischer Anordnung aufführen, sondern vielmehr wegen der leichtern Vergleichung mit der Natur, welche manche ausgedehntere Beschreibung und Abbildung entbehrlich macht, unter den Sammelnamen, welche in den beschreibend botanischen Werken für dieselben im allgemeinen Gebrauch sind, und welche freilich vorzugsweise auf äußeren, augenfälligen Kennzeichen beruhen; dabei soll übrigens immer auf die Entstehungsart, den ursprünglichen Bau und die hieraus sich ergebende Bedeutung der Theile zurückgewiesen werden; daß wir hiebei hauptsächlich nur die einheimischen Pflanzen und von ausländischen nur wenige allgemeiner bekannte berücksichtigen, versteht sich von selbst.

Uebersicht der wichtigsten Fruchtformen.

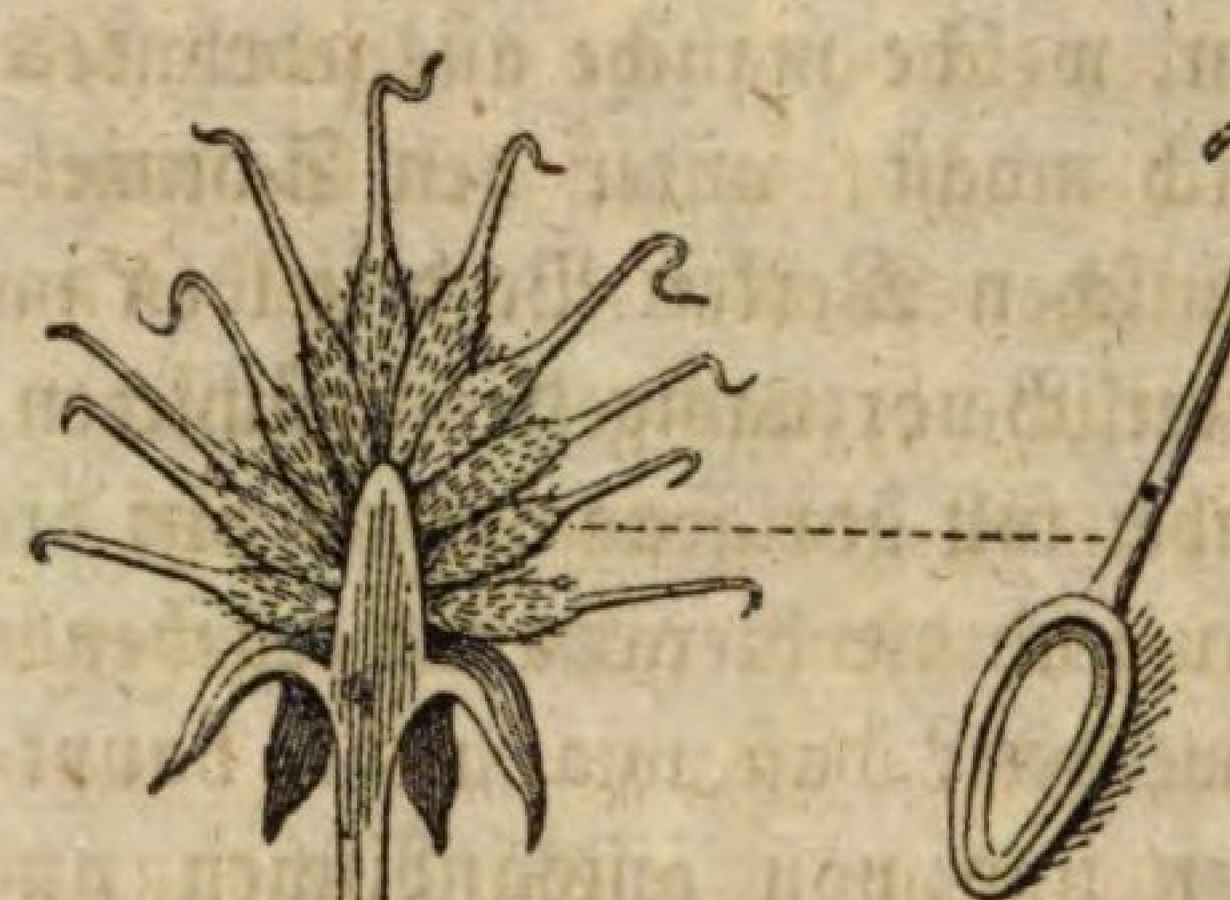
Wir beginnen unsre Aufzählung mit den Trockenfrüchten, weil bei ihnen das Carpellarblatt in der Reifung nur geringfügigere Umänderungen erleidet, und stellen hier wieder diejenigen voran, welche aus einem Fruchtblatt gebildet sind, und nur einen Samen enthalten. Diese sind nach der oben angeführten Regel nicht aufspringend, und ähnlich verhalten sich auch die aus zwei Fruchtblättern entstandenen ein- und zweisamigen Früchte, welche sich überhaupt diesen erstgenannten einfachsten Bildungen unmittelbar anschließen.

Das **Schalfrüchtchen** oder die **Caryopse** entsteht aus dem einfachen, d. h. aus einem in sich geschlossenen Fruchtblatt gebildeten, freien Fruchtknoten; seine Consistenz bei der Reife ist bald dünnhäutig, bald derber, lederartig, bald zerbrechlich schalig, welche letztere, unter andern beim Hanf vorkommende Modifikation auch als **Nüßchen** unterschieden wird. Bei den Gräsern dagegen ist die Fruchthaut nur ganz dünn und mit der Samenhaut so innig verwachsen, daß beide zusammen nur eine einzige dünne Hülle darstellen, daher man auch die „Körner" dieser Pflanzen, wie z. B. die der Getreidearten, gemeinhin: Samen nennt, obgleich die auf ihrem Scheitel längere oder kürzere Zeit noch sichtbaren Ueberreste der Griffel und Narben sie deutlich als Früchte bezeichnen. Es ist übrigens eine bekannte Thatsache, daß wäh-

rend bei der Mehrzahl der Gräser die reifen Körner oder Schließfrüchtchen ausfallen, also vollständig sich aus dem Zusammenhang der sie umgebenden Theile trennen, dieselben bei manchen Gras- und Getreidearten, wie namentlich beim Hafer, Dinkel und der Gerste, von den sie eng umgebenden Spelzen eingeschlossen, also auch nach dem Abfallen durch die Hülltheile der Blüthe beschalt bleiben.

Bei den lederigen und nußartigen Schließfrüchtchen liegt im Gegensatz zu den vorigen der Same frei in der innern Höhlung. Als bekannte Beispiele hiefür sind die Gattungen: **Ranunculus, Anemone, Clematis** (Waldrebe) unter den Hahnenfußartigen, und die

199.



Fingerkräuter (**Potentilla**) und die Nelkenwurz (**Geum**, Fig. 199. einen Durchschnitt darstellend) anzuführen; sie gehören sämmtlich zu den oben als „vielfruchtig" bezeichneten Pflanzen, indem bei ihnen eine Mehrzahl von einfachen Pistillen auf dem in dem abgebildeten Fall kegelförmig erhabenen Fruchtboden aufsitzen. Auch die Frucht der Rose, die sogenannte Hainbutte, gehört hieher, denn sie schließt im Innern des krugförmigen Kelchs eine Anzahl kleiner Caryopsen ein; sie ist aber zugleich eine wahre Kelchfrucht, indem ihre Hauptmasse von der fleischig gewordenen Kelchröhre gebildet wird. Bei der Erdbeere dagegen ist der eßbare, saftig-fleischige und gefärbtere Theil wieder ein anderes Blüthenorgan, nämlich der angeschwollene und eigenthümlich umgewandelte Fruchtboden, der bei vollkommener Reife sich von seinem Grunde ablöst, und welcher die nußartigen Schalfrüchtchen auf seiner Oberfläche zerstreut trägt.

Die **Flügelfrucht** (**Samara**) unterscheidet sich von der vorigen nur durch die theilweise hautartige Ausbreitung ihrer Substanz, wodurch ein oder mehrere flügelartige Fortsätze entstehen. Dreiflüglige Früchte haben z. B. die Rhabarberarten (**Rheum**), während bei der einheimischen Gattung Ampfer (**Rumex**) ein ähnlicher Anschein durch

201.



200.



das stehenbleibende und auswachsende Perigon entsteht. Einen keilförmigen Flügel an der Spitze des Fachs hat die Esche, einen ringsumgehenden breiten Hautrand die

Ulme (s. Fig. 200.). Bei den Ahornarten (s. Fig. 201.) zerspaltet sich die zweiflügelige zweifächerige und zweisamige Frucht bei vollkommener Reife in ihre zwei Hälften, welchen Vorgang man jedoch, da jedes der Fächer in sich geschlossen bleibt, noch nicht als ein wirkliches Aufspringen bezeichnen kann; übrigens kommen auch unter den wirklichen Kapselfrüchten, namentlich den unterständigen, ein= und mehrflügelige vor.

Das **Schließfrüchtchen** oder **Achenium** ist gleich der Caryopse einsamig und nicht aufspringend, dabei aber unterständig, also von der Kelchröhre überzogen; es trägt daher auf seiner Spitze den Kelchrand, welcher entweder in der Frucht nur noch als Andeutung vorhanden ist oder aber fortwachsend eigenthümliche Umwandlungen erleidet. Dieses ist der Ursprung der sogenannten Federkrone oder des Pappus, wie sie sich namentlich fast durchgängig auf den Achenien der Compositen findet, und außerdem z. B. noch beim Baldrian (**Valeriana**), eine Bildung, die offenbar zur Verbreitung der Früchtchen (die auch hier, weil ihre Hüllen meist mit denen des Samens zu einer dünnen Haut verschmelzen, gewöhnlich „Samen" genannt werden) bestimmt ist, wie das bekannte Beispiel des Löwenzahns (**Taraxacum**) lehrt, dessen gestielte Federkrone beim leisesten Windhauch das bei der Reife vom Receptaculum gelöste Achenium schwebend davonträgt. Am häufigsten besteht dieser Pappus aus einem vielzähligen Borstenkreis und heißt haarartig (Fig. 204. die Figur stellt einen

202.

203.

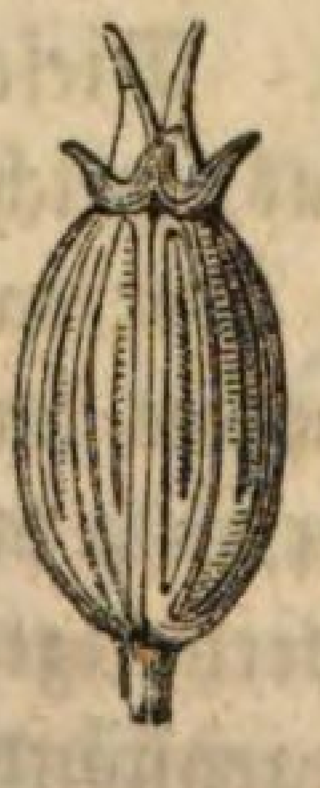
204.

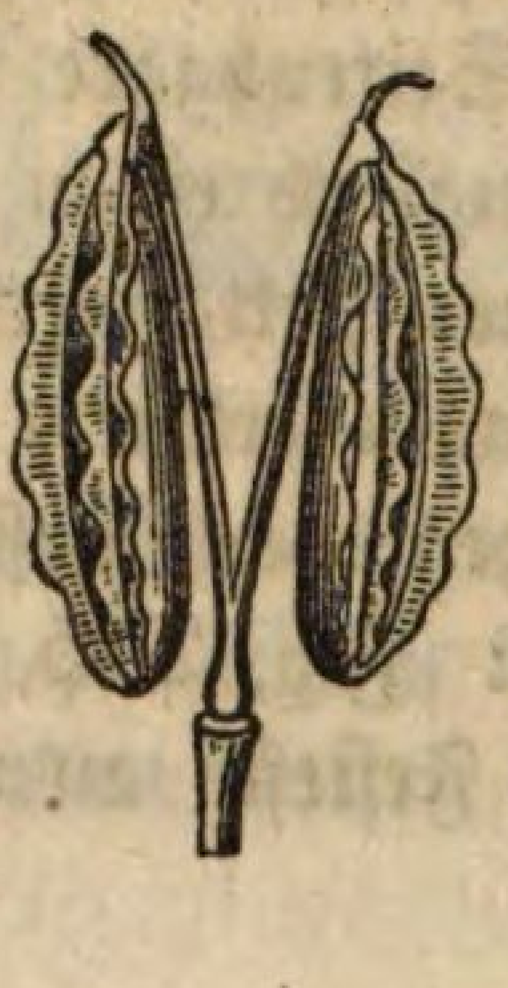
205.


senkrechten Durchschnitt vor), wenn seine Strahlen einfach oder höchstens mit kurzen Rauhigkeiten besetzt sind; federförmig dagegen, wenn sie deutlich unterscheidbare Seitenhaare tragen (Fig. 202.). Dieser zuletzt genannte Fall zeigt zugleich einen gestielten Pappus, welche Bildung sich einfach aus einer Verlängerung der Kelchröhre über das eingeschlossene Früchtchen hinaus erklärt; ferner kann der Pappus aus einem Kreis kurzer Schüppchen oder Borsten (Fig. 203.) oder, wie bei dem Zweizahn (**Bidens**: Fig. 205.) aus wenigen widerhakigen Stacheln, welche sich aufs Festeste an vorüberstreifende Gegenstände

anhängen, oder endlich aus einem einfachen häutigen Saume auf dem Scheitel der Frucht bestehen. Die mit derber, lederartiger oder holziger, von der Oberfläche des Samens deutlich getrennter Fruchtschale versehenen Achenien werden **nußartige** genannt; sie kommen namentlich den Kätzchentragenden Bäumen, wie z. B. der Eiche, Buche, Haselnuß u. s. w. zu; der auf ihrem Scheitel als eine vorragende Spitze sich erhaltende Ueberrest der Perigonzipfel zeigt, daß die Röhre dieses Organs mit an der Fruchtbildung Antheil nimmt. Daß für die genannte Familie die Anwesenheit einer aus verwachsenen Bracteen gebildeten **Becherhülle** (**Cupula**) charakteristisch ist, wurde bereits oben angeführt; sie erscheint bald als eine oben offene schüsselförmige Hülle am Grunde der einzelnen Früchtchen, wie bei der Eiche und der Haselnuß, bald ursprünglich geschlossen und später kapselartig in Klappen aufspringend, wobei sie stets eine Mehrzahl von Achenien einschließt, wie das bei der Rothbuche (**Fagus**) und der (zahmen) Kastanie der Fall ist.

Das **Doppelachenium** ist aus zwei Fruchtblättern gebildet — daher in der Blüthe zweigriffelig — und zweisamig; wir finden es z. B. bei den Labkräutern (**Galium**) und den verwandten Gewächsen in seiner ursprünglichen Gestalt. Eine besondere Modification desselben ist der großen und ausgezeichneten Familie der **Doldenpflanzen** (**Umbelliferae**) eigenthümlich, welche man **Hängfrüchtchen** genannt hat (Fig. 200.); diese Doppelachenien zeigen nämlich die Eigenthümlichkeit, bei vollkommener Reife sich in ihre zwei Hälften der Länge nach zu theilen (wobei natürlich der sie überziehende Kelch sich mit theilt) und nach diesem Vorgang eine Zeitlang an dem fadenförmigen meist ebenfalls gespaltenen Träger aufgehängt zu bleiben (s. Fig. 208.). Jedes dieser Halbfrüchtchen trägt auf seiner Spitze einen der stehenbleibenden, am Grund meist zu einem sogenannten **Griffelpolster** angeschwollenen Griffel, und darunter den stehenbleibenden Kelchrand; im Durchschnitt (s. Fig. 207.) erscheinen sie bald mehr, bald weniger flachconvex, und wird die Fläche, mit der sie vor der Trennung innig aneinander gefügt sind, die Commissur genannt. Auf der gewölbten Rückenfläche jedes der beiden Halbfrüchtchen sind in der Regel fünf

206.

207.

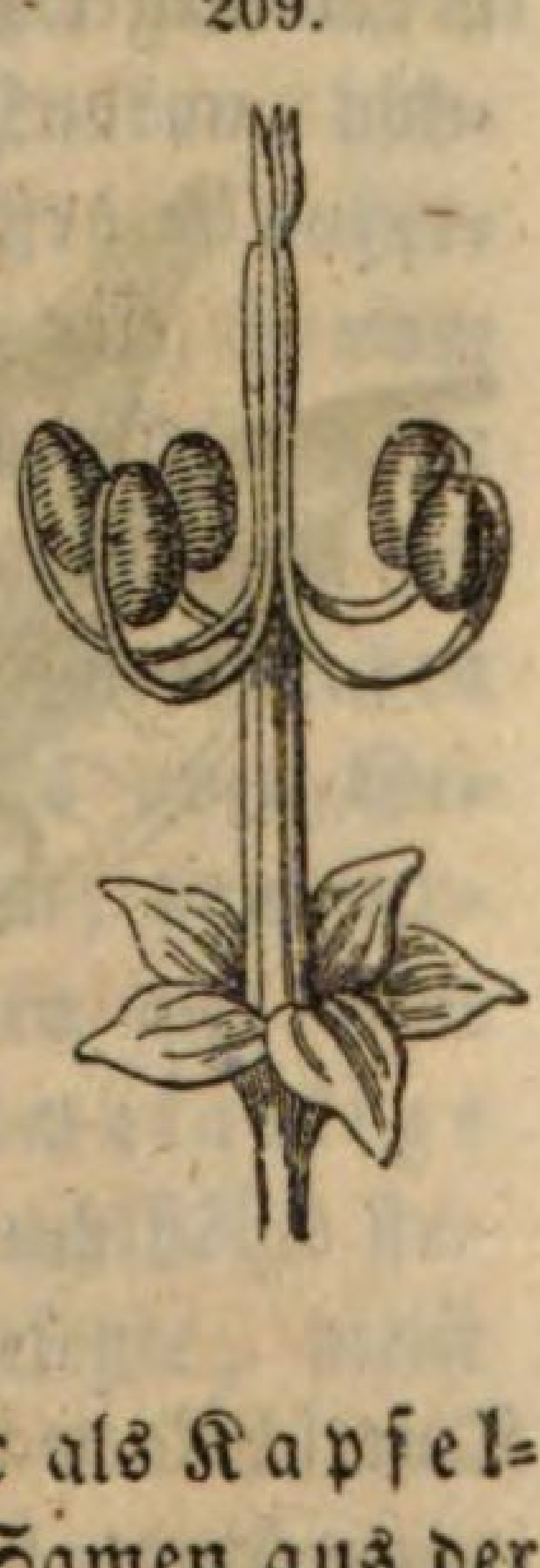
208.


Hauptrippen, und in ihren Zwischenräumen häufig vier Nebenrippen bemerkbar, welche entweder einfach fadenförmig verdickt (Fig. 206.), oder mit Stacheln (Fig. 207.), flügelartigen Einfassungen (Fig. 208.) und drgl. besetzt sind; nach

dieser verschiedenen Entwickelung der offenbar aus den Nerven des Kelches entstandenen Rippen und der besondern Gestaltung der sonstigen angeführten Theile werden dann die zahlreichen Gattungen der im Uebrigen sich so nahestehenden Doldenpflanzen charakterisirt und unterschieden.

Alle diejenigen Früchte, welche gleich den Doppelachenien der Doldenpflanzen und der Flügelfrucht des Ahorns bei vollkommener Reife in der Art sich trennen, daß sie in ihre je einen Samen umschließenden Abtheilungen zerfallen, ohne daß jedoch der Same durch Aufspringen des Fachs ausfällt, können unter dem gemeinsamen Namen der **Spaltfrüchte** begriffen werden. Sie bilden gleichsam den Uebergang von der geschlossenbleibenden Trockenfrucht zu der aufspringenden oder der Kapsel. Solche Spaltfrüchte zeigen ferner noch die beiden großen Familien der lippenblüthigen und der rauhblättrigen Pflanzen (Borragineae); hier sind sie aber aus zwei Fruchtblättern gebildet, deren jedem zwei Samen entsprechen, somit viersamig; schon der Fruchtknoten zeigt dem entsprechend eine fast bis zum Grunde gehende Viertheilung, aus deren Mittelpunkt der Griffel mit der zweispaltigen Narbe entspringt; die reife Frucht zerfällt in vier Stücke oder „Klausen," deren jede unter der eng anschließenden harten Fruchtschale einen Samen enthält; da man auch in diesem Fall nach dem äußern Ansehen die Theilfrüchtchen als „Samen" zu bezeichnen pflegt, so findet man in beschreibenden Werken für die genannten beiden Familien gewöhnlich vier „nackte Samen" im Grunde des stehenbleibenden Kelchs freisitzend angegeben, was nach der eben angeführten Entstehungsweise dieser Fruchtform seine Berichtigung findet.

209.



Mehrzählige Spaltfrüchte, entstanden aus einem Kreise von Carpellarblättern, welche dann meist um eine centrale Fruchtachse geordnet sind, zeigen von einheimischen Pflanzen die Gattungen Storchschnabel (Geranium) und Malve. Bei ersterem (Fig. 209.) sind die 5 Theilfrüchtchen durch schnabelartige Fortsätze, die sich bei der Reife elastisch zurückrollen, an die Griffelsäule befestigt; bei letzteren stehen die zahlreichen Früchtchen oder Carpellen im Kreis um die meist scheibenförmig verdickte Fruchtachse.

Bei der zweiten Klasse der Trockenfrüchte, welche wir als Kapselfrüchte bezeichnen, fallen bei vollkommener Reife die Samen aus der Höhle oder den Fächern der Frucht aus, indem diese in verschiedener Weise, meist aber durch Aufspringen in Klappen, welche den einzelnen Carpellarblättern oder ihren Hälften entsprechen, sich öffnen; öfter ge-

schieht dieser Act plötzlich und manchmal in der Art, daß die Samen mit beträchtlicher Gewalt herausgeschleudert werden.

Die aus dem einfachen Stempel entstandene Kapselfrucht, welche ein nach innen oder oben zusammengerolltes Fruchtblatt darstellt, das die Samen in zwei in einandergreifenden Reihen längs der innern oder Bauchnath trägt, heißt: Hülse, wenn sie einzeln in der Blüthe steht; wenn sie aber in zwei- oder Mehrzahl und dann in einen Kreis geordnet vorhanden ist: Balgfrucht oder Follikel; für diese letztere Form sind als bekannte Beispiele der Oleander, der Eisenhut und der Rittersporn anzuführen. Diese Balgfrüchte springen bei der Reife

210.



an der Innen- oder Bauchnath, die eben durch die Vereinignng der beiden die Samen tragenden Fruchtblattränder gebildet wird, auf. Uebrigens kommen auch einsamige Früchte dieser Art vor, die sich in gleicher Weise öffnen, wie z. B. bei der Gattung Magnolia und beim sogenannten Sternanis (**Illicium anisatum**, Fig. 210.).

Die Hülse (**Legumen**) ist für die schmetterlingsblüthigen und alle damit verwandten Pflanzen charakteristisch. Auch hier sitzen die Samen längs der Bauchnath und daher bei der gesenkten Lage der Frucht entlang deren oberem Rande, wie man das sehr deutlich an den aufgeblasenen Hülsen des in unsern Gärten häufig gezogenen Linsenbaums (**Colutea**) sehen kann. Das Aufspringen der Hülse geschieht in der Regel zweiklappig, indem das Carpellarblatt sich von oben her

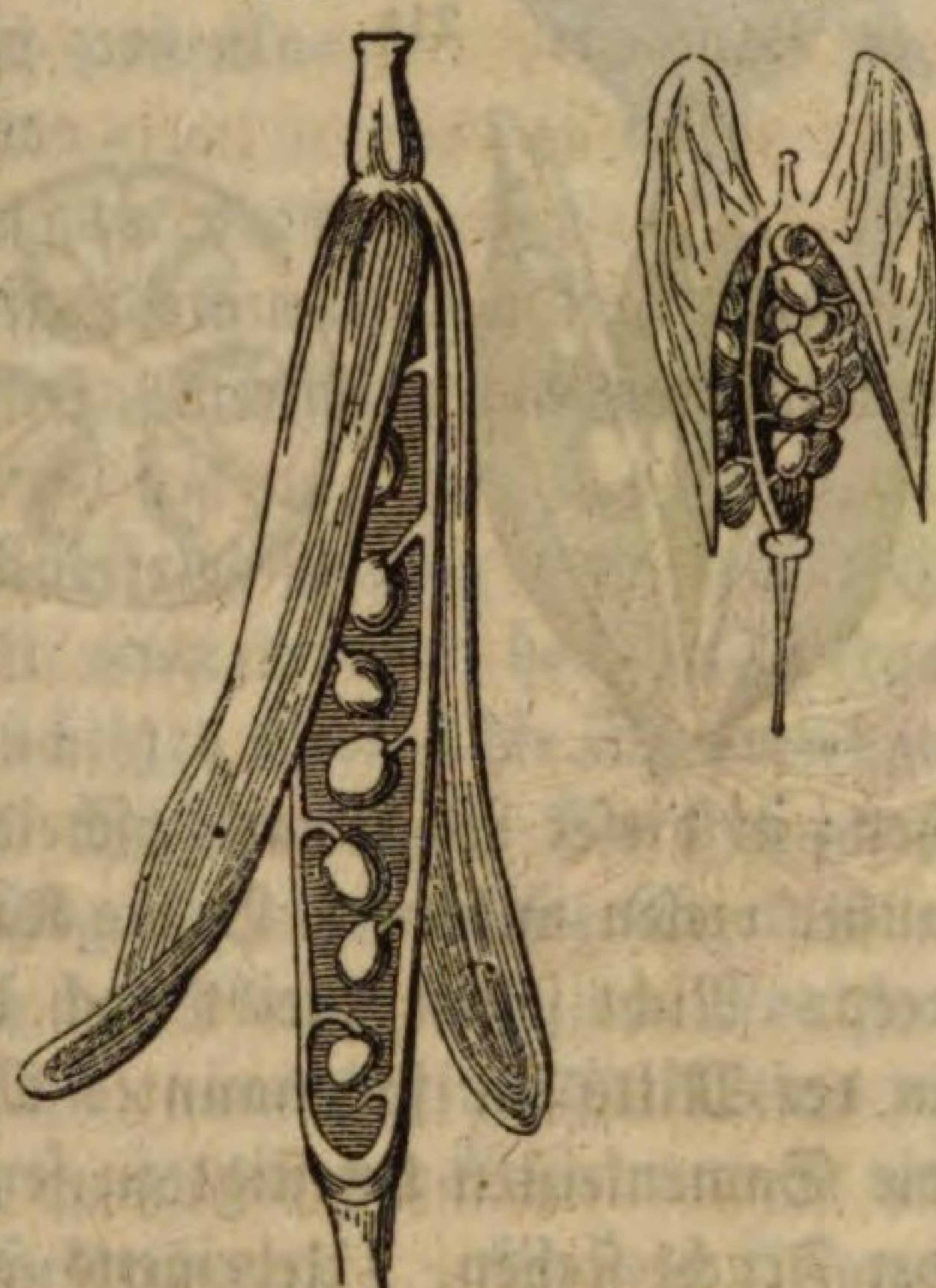
211.



in seine beiden Hälften trennt (s. Fig. 211. von der Erbse). Geschlossen bleiben dagegen nach der oben angegebenen allgemeinen Regel einestheils die einsamigen Hülsen, dergleichen unter Andern die Arten des Klee's (**Trifolium**) zeigen, anderntheils die im Innern mehr oder weniger mit fleischiger Substanz erfüllten, wie z. B. das Johannisbrod (**Ceratonia**). Nicht selten findet sich auch die Hülse durch Querscheidewände zwischen den einzelnen Samen in Fächer getheilt, wozu schon bei der Bohne eine schwache Andeutung vorhanden ist; wenn bei der Reife die Frucht durch Quertheilung in diese in sich geschlossen bleibenden einsamigen Fächer zerfällt, so wird sie als Gliederhülse (**Lomentum**) bezeichnet.

Die **Schote** ist eine oberständige zweifächrige Kapselfrucht, welche in der Weise aufspringt, daß jeder der beiden Fächer durch eine von unten beginnende Ablösung der Klappe geöffnet wird, und daß nur die dünnhäutige Scheidewand stehen bleibt, welche an ihren verdickten Rändern die Samen trägt. Nach der äußern Gestalt unterscheidet man die eigentliche Schote (Siliqua Fig. 212.), bei der der Längendurchmesser den Breitendurchmesser erheblich übertrifft, und das Schötchen (Silicula Fig. 213.), welches so verkürzt ist, daß die Breitendimension mehr oder weniger vorherrscht. Uebrigens kommen auch unter den Schoten, wie bei der Hülse, durch Quertheilung zerfallende — Gliederschoten — und einsamige, sich nicht öffnende vor. Charakteristisch ist die Schotenfrucht für die große und wichtige Familie der kreuzblüthigen Pflanzen (Cruciferae), wohin unter andern der Reps und die Rübe, die Kresse und der Meerrettig gehören.

212. 213.



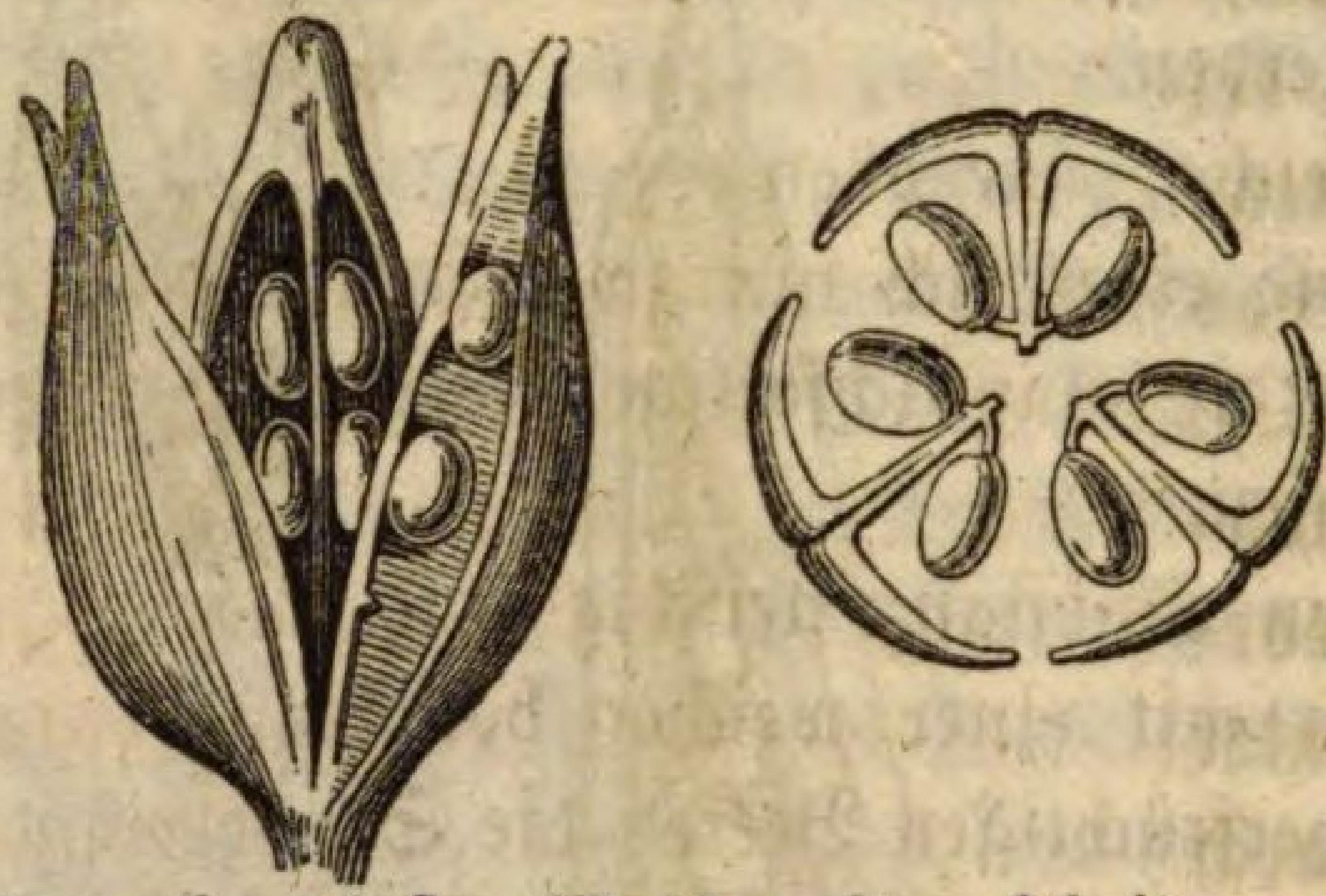
Ueberblicken wir die ganze Reihe der Kapselfrüchte, von denen wir vorstehend zwei ausgezeichnete Formen gesondert aufgeführt haben, so erscheinen sie, je nachdem der Stempel, aus dem sie entstanden, höhlen- oder fächerfrüchtig war (s. S. 94.), ein- bis vielfächrig; außerdem können sie oberständig (frei), oder unterständig, d. h. vom Kelch überzogen seyn, was aber — abgesehen von dem öfter beibenden Kelchrand, welcher die Frucht krönt — in ihrem äußern Ansehen sowohl als in ihrem Verhalten beim Aufspringen keinen wesentlichen Unterschied bedingt. Die Samen sitzen nach dem bereits oben Gesagten bei den höhlenfrüchtigen Kapseln an wandständigen, den verwachsenen Fruchtblatträndern entsprechenden Samenleisten an; eine Ausnahme hievon machen jedoch viele nelken- und primelartige Pflanzen, bei welchen eine centrale, frei inmitten der Fruchthöhle stehende und auf ihrer ganzen Oberfläche mit Samen besetzte, meist kugelige Placenta vorhanden ist.

Das Oeffnen der Kapseln geschieht nach folgenden Haupttypen:

1) Durch Aufspringen in Klappen, deren Zahl dann von der der Fruchtblätter, aus deren Vereinigung die Frucht gebildet ist, abhängt. Für die fächerfrüchtigen Pflanzen ergeben sich hiebei zwei wesent-

liche Verschiedenheiten; wenn nämlich die Oeffnung so geschieht, daß die Frucht wieder in ihre einzelnen Carpellarblätter zerfällt, indem diese aus ihrem gegenseitigen Zusammenhang sich lösen, und an ihrer nach der Achse gekehrten Naht aufspringen, so wird dieses, weil eine Spaltung der Scheidewände nothwendig damit verbunden ist: ein wandtheiliges Aufspringen genannt; fachtheilig dagegen heißt es dann, wenn die Außenwand der Fächer sich in der Mitte spaltet (s. Fig. 214.), wobei die Klappen, welche dann die Scheidewände auf ihrer Mitte tragen, offenbar aus der Vereinigung der Hälften zweier verschiedener Fruchtblätter bestehen; in dieser Weise mit „scheidewandtragenden" Klappen öffnen sich außer vielen andern z. B. die Kapseln der Tulpe und die übrigen Liliaceen. Nicht selten bleibt auch beim klappigen Aufspringen beider Art in der Mitte ein sogenanntes Mittelsäulchen, an welchem dann die Samenleisten befestigt zu seyn pflegen, gleichsam als Achsengebilde der Frucht stehen. Uebrigens geht je nach der Substanz der Frucht ihr Aufspringen mit größerer oder geringerer Raschheit und Kraft vor sich; in dieser Beziehung sind besonders die Arten der Balsaminen (Impatiens) bemerkenswerth, deren krautartige Kapseln bei der leisesten Berührung aufspringen und durch die elastisch zurückschnellenden Kappen die Samen mit Lebhaftigkeit ausstreuen.

214.



2) Das Aufspringen durch Spalten, Löcher und Zähne ist als ein geringerer Grad der vorigen Oeffnungsart zu betrachten, indem sich dabei nur die Spitze der Klappen löst, und so die Fruchthöhle oder die einzelnen Fächer nur theilweise, jedoch hinlänglich zum Ausstreuen der Samen, geöffnet werden. In dem bekannten Beispiele der Mohnkapsel sehen wir einen der Fächerzahl entsprechenden Kreis von Löchern, unmittelbar unter dem Rande der schildförmigen Narbe, bei den Glockenblumen befinden sich dieselben am Grunde der Fächer. Die zehn Zähne, womit in dem nebenstehenden Falle (Fig. 215.) die Kapsel an der Spitze sich öffnet, sind offenbar als die freigewordenen Doppelspitzen von fünf an den Rändern verwachsenen Fruchtblättern zu betrachten.

215.



3) Das deckelartige Aufspringen, wobei der obere Theil der Kapsel durch einen ringumgehenden Querriß sich zusammenhängend

ablöst, kommt unter andern bei dem gemeinen Gauchheil (Anagallis Fig. 216.), beim Bilsenkraut, und namentlich ausgezeichnet bei den in heißen Ländern wachsenden Topfbäumen (Lecythis) vor, deren große holzige Kapseln als von der Natur gebildete Deckelgefäße zum ökonomischen Gebrauch verwendet werden.

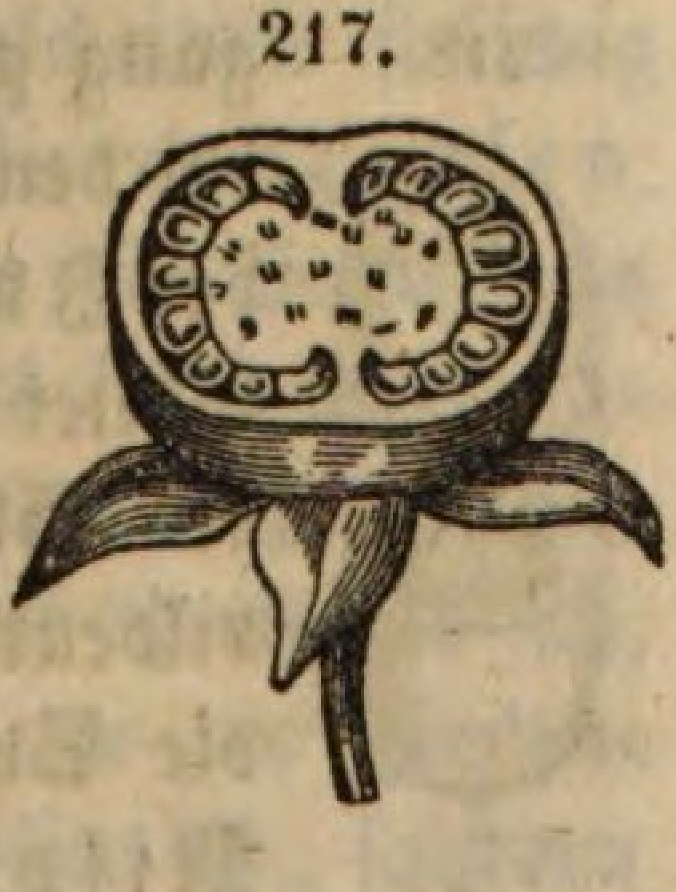
216.



Von Fleischfrüchten, welche, wie oben gesagt wurde, sich nie öffnen, sind eigentlich nur zwei Hauptarten zu unterscheiden, unter welchen alle die mannichfaltigen hiehergehörigen Fruchtformen sich unterordnen lassen.

Die **Beere** ist in ihrer ganzen Substanz fleischig und zwar meist saftig-fleischig, dabei im Innern mit einer weichen höchstens pergamentartigen Haut, welche bei fächerfrüchtigen Beeren die Scheidewände bildet, ausgekleidet, so daß keine der Schichten beim Durchschneiden einen merklichen Widerstand leistet. Abgesehen von dieser Eigenthümlichkeit der Consistenz finden wir bei den Beeren dieselben Modificationen wieder wie bei den Kapselfrüchten, nämlich einestheils ein- bis vielfächrige, anderntheils oberständige (z. B. die der Weintraube), und unterständige (z. B. Stachel- und Heidelbeeren). An der Bildung Letzterer nimmt also die den Fruchtknoten überziehende Kelchröhre Antheil, was man an den auf dem Gipfel der Frucht stehenden Ueberresten des Kelchsaums erkennt; hieher ist z. B. die Apfelfrucht zu rechnen — bei dem Apfel, der Birne, der Quitte vorkommend — welche aus einem fünffächrigen pergamentartigen Kerngehäus besteht, dessen äußere fleischige Schichte mit der fleischigen Substanz des Kelchs verschmilzt, und ebenso die Kürbisfrucht, als deren Beispiel die Gurke oder die Melone dienen mag, die im Wesentlichen aus drei vom fleischigen Kelch überzogenen Carpellarblättern gebildet ist. Uebrigens ist der innere saftige Inhalt vieler Beerenfrüchte, der als sogenannter Fruchtbrei in den Fächern oder der Fruchthöhle enthalten ist, nicht aus der Umwandlung des Fruchtblatts selbst herzuleiten, sondern er ist theils in besondern, der innern Fläche des Fruchtblatts aufsitzenden Zellen und Schläuchen enthalten, wie z. B. bei der Orange, oder seine Bildung gehört der Oberfläche der Samen an, welcher Fall weiter unten noch besonders zu betrachten seyn wird. Dagegen zeigt uns die in Fig. 217. gegebene Abbildung des Durchschnitts einer Beere der Tollkirsche (Atropa), daß auch die verdickten Samenleisten oder Placenten an der Bildung der fleischigen Beerensubstanz erheblichen Antheil nehmen können.

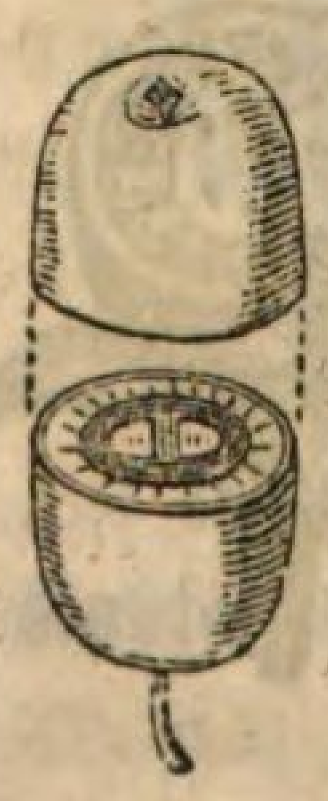
217.



Steinfrucht (drupa) endlich nennen wir alle die Fruchtbildungen, bei denen in der Reife sich zweierlei Schichten unterscheiden lassen, deren innere durch ihre holzige Verhärtung einen sogenannten Stein darstellt. Das bekannteste und einfachste Beispiel hiefür geben unsre Steinobstarten, welche, aus einem einfachen freien Fruchtknoten entstanden, die Trennung der Substanz des Carpellarblatts in das außenliegende saftige Fruchtfleisch und den einsamigen Steinkern deutlich zeigen; diese Trennung geschieht aber erst allmählig, daher bekanntlich die vollständige Ablösbarkeit beider Schichten von einander als Zeichen der vollkommenen Reifung gilt. Die das Fruchtfleisch überziehende, meist im Zusammenhang ablösbare Haut bietet einige bemerkenswerthe Verschiedenheiten dar; entweder ist sie ganz glatt wie bei der Kirsche, oder sie zeigt sich wie bei der Pflaume und Schlehe bereift, oder weichhaarig wie bei der Apricose und Pfirsiche; nicht minder ist die Beschaffenheit der Oberfläche des Steins von Bedeutung; diese erscheint bei der Pfirsiche und Mandel überall mit grubigen Vertiefungen besetzt, während sie bei den meisten übrigen Steinobstarten glatt und nur einerseits mit der rauhen Naht bezeichnet ist, welche die Vereinigung der beiden Fruchtblattränder andeutet. Bei den Steinfrüchten der Palmen erscheint die Fleischschicht zwar auch oft saftig, und wie bei unserem Steinobst eßbar, in andern Fällen aber ist sie lederig oder faserig trocken, welches letztere namentlich bei der Cocosnuß sich findet, aus deren Faserüberzug bekanntlich Geflechte und sehr haltbare Stricke bereitet werden; darunter liegt dann eine äußerst harte Steinschale, welche, obgleich der Anlage nach im Fruchtknoten dreifächrig, doch stets nur einen einzigen ausgebildeten Samen enthält.

Als Beispiel einer unterständigen Steinfrucht ist die Wallnuß anzuführen, welche noch die Eigenthümlichkeiten zeigt, daß ihre Fleischschicht, die sogenannte Leife, bei der Reife unregelmäßig zerreißt (auch beim saftlosen Fleisch der Mandel findet ein unvollkommenes Aufspringen statt), und daß ihr Stein durch eine ringsumgehende verdickte Nahtfuge in zwei Hälften getheilt, innen aber durch unvollständige Scheidewände theilweise mehrfächrig erscheint. Hiedurch wird dann der Uebergang gebildet zu den zwei- und mehrfächrigen Steinfrüchten, bei denen aber häufig, wie in dem nebenstehenden Beispiel der Judenkirsche (Fig. 218.), die der Zahl der Fruchtblätter entsprechende Fachabtheilung nur auf dem Durchschnitt des Steins hervortritt. Wenn dagegen die die Steinkerne bildenden Carpellarblätter einzeln in sich geschlossen und in die Substanz des fleischigen Kelchs versenkt sind, wie bei der Mispel und dem Weißdorn, so entsteht eine fleischige

218.



Kelchfrucht mit mehreren Steinen, die offenbar einerseits der Apfel-, andrerseits der Rosenfrucht, welche beide in derselben Pflanzenfamilie sich finden, im Wesentlichen ihrer Bildung sehr nahe stehen. In diese nämliche Familie der rosenartigen Pflanzen gehört auch die Gattung **Rubus**, deren Früchte unter dem Namen der Brombeeren und Himbeeren bekannt sind. Dieselben werden durch die Verwachsung vieler kleiner Steinfrüchtchen, welche aus den zahlreichen, die Oberfläche des kegelförmigen Fruchtbodens bedeckenden einfachen Pistillen entstanden sind, gebildet, wie die nebenstehende Durchschnittsfigur (Fig 219.) zeigt; bei vollkommener Reife lösen sie sich dann zusammenhängend von dem in der Mitte des Kelchs stehenbleibenden Receptaculum ab, und bilden so die obengenannte Fruchtform, welche nach ihrer Entstehung als eine zusammengesetzte Steinfrucht zu bezeichnen ist, übrigens aber in ihrer ersten Anlage mit der naheverwandten Erdbeere übereinkommt, während sie in der Ausbildung, welche die Theile durch die Reife erlangen, sich so wesentlich von ihr unterscheidet.

219.



Schließlich sind noch die zusammengesetzten Scheinfrüchte zu erwähnen, welche im Aeußern der zuletzt beschriebenen Fruchtform oft sehr ähnlich sehen, aber von dieser und allen vorhergehenden dadurch sich wesentlich unterscheiden, daß sie einer Mehrzahl von Blüthen ihre Entstehung verdanken, wonach man sie auch als „Fruchtstände" bezeichnen kann. Hieher gehört z. B. die **Maulbeere**, aus vielen in einem dichtgedrängten Köpfchen stehenden weiblichen Blüthen gebildet, welche vermittelst ihrer saftig-fleischigen Perigone untereinander zu einem Ganzen verschmelzen; eine ganz ähnliche Bildung, nur in großem Maaßstabe, ist die vielfache Beere der **Ananas**, welche bekanntlich von einem Blattbüschel gekrönt wird, der aus am Ende des Blüthenstandes zusammengedrängten Laubblättern besteht. Endlich sind noch die Fruchtzapfen der **Nadelhölzer** oder **Coniferen** als hieher gehörig zu nennen; die Schuppen, aus denen sie gebildet sind, stehen in spiraliger Anordnung in größerer oder geringerer Anzahl um die Spindel des kätzchenartigen Blüthenstaubs; bei der Reife sind sie meist trocken und holzig wie bei den Fichten und Tannen, oder sie erscheinen fleischig und bilden, indem sie verschmelzen, einen sogenannten **Beerenzapfen**, z. B. beim Wachholder; diese Schuppen nun tragen die Samen an ihrem Grunde anliegend, ohne daß dieselben, wie das sonst ganz allgemein der Fall ist, in der aus dem Fruchtknoten gebildeten Höhle eingeschlossen wären, weil nämlich das Carpellarblatt, das theils für sich, theils in Verwachsung mit der zunächststehenden Bractee die Zapfenschuppe bildet, hier nicht eingerollt und in sich geschlossen ist, sondern

vielmehr stets flach ausgebreitet erscheint. Somit hätten wir eben hier bei den Zapfenbäumen oder Coniferen den Fall wirklich nackter, d. h. nicht in einer Fruchtknotenhöhle eingeschlossener Samen, während die früher angeführten Fälle, wofür diese Bezeichnung üblich ist, nur uneigentlich, nämlich nach dem äußeren Ansehen „nacktsamig" heißen.

Der Same

ist der eigentliche Träger der Fortpflanzung der Gewächse, indem aus ihm das der Mutterpflanze ganz ähnliche junge Individuum sich entwickelt; er ist daher der wesentliche Inhalt der Frucht, welche je nach der Anzahl der in der Anlage vorhandenen Eichen, und je nachdem sie alle oder nur zum Theil zur Reife kommen, ein=, mehr= oder vielsamig seyn kann. Die Reifung des Samens aber besteht darin, daß sich in seinem Innern in Folge der geschehenen Befruchtung der Keimling oder Embryo ausbildet, d. h. das junge Pflänzchen in seiner einfachsten Gestalt, welches bestimmt ist, später durch den Act der Keimung seine Ausbildung zur vollkommenen Pflanze zu beginnen. Der Keimling ist hiernach der wesentliche Theil des Samens, und bildet entweder für sich oder zusammen mit dem Eiweiß (Albumen) den Samenkern, welcher umhüllt wird von den Samendecken, die aus zwei Samenhäuten (seltener ist, indem die innere fehlt, nur eine vorhanden) besteht. Die Verbindung des Samens mit dem Fruchtblatt und zunächst mit der Samenleiste oder der Placente ist entweder eine unmittelbare, oder es findet sich zwischen beiden ein mehr oder weniger entwickelter Nabelstrang, der in den meisten Fällen fadenartig dünn ist, manchmal aber auch zu einer fleischigen Masse und selbst zu einer den Samen mehr oder weniger einschließenden Hülle anschwillt. Er heißt dann Samenmantel (Arillus), wie z. B. beim Spindelbaum (Evonymus), wo er als eine fleischige Masse von hochorangenrother Farbe den Samen einhüllt; ebenso ist die sogenannte Muscatblüthe oder Macis der eine zerschlitzte Hülle um den Samen bildende Samenmantel der Muscatnuß.

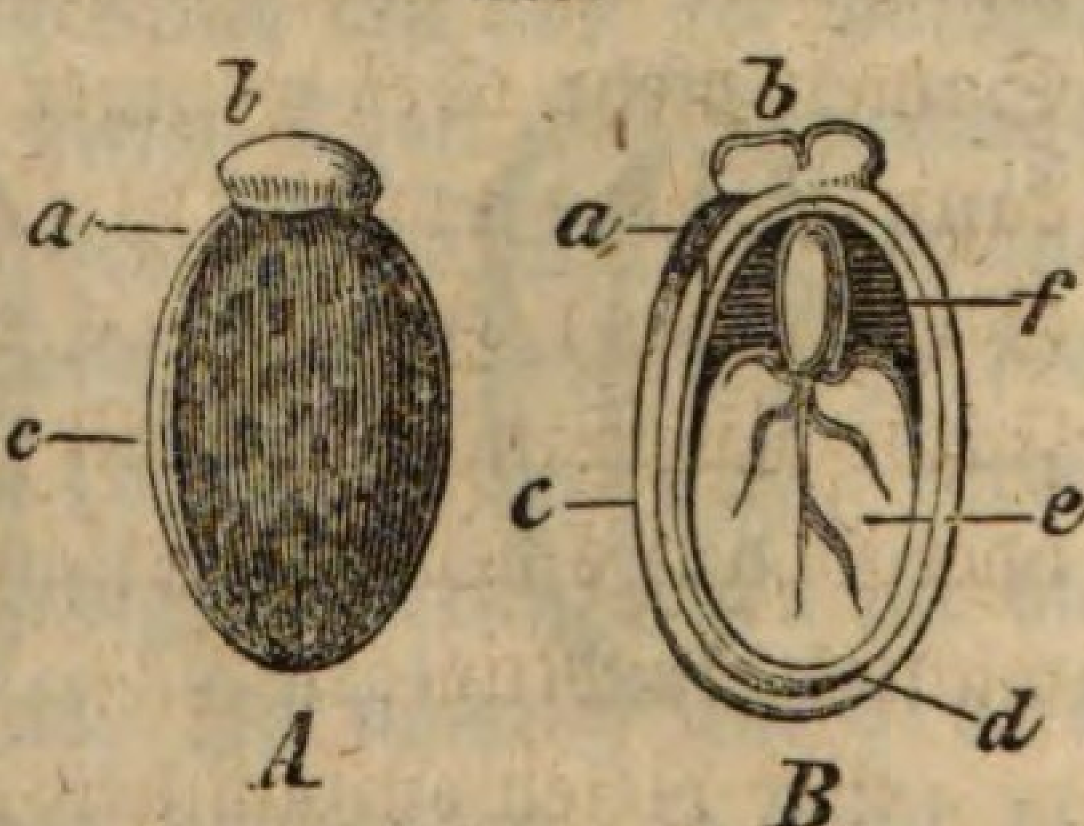
Bei vielen einsamigen Früchten und selbst bei mehrsamigen Spaltfrüchten verschmelzen, wie schon oben angegeben wurde, die Samendecken mit der Fruchthaut oft so, daß sie sich äußerlich gar nicht mehr und oft kaum noch bei mikroskopischer Betrachtung auf dem Durchschnitt unterscheiden lassen; hier bildet also letztere den äußern Ueberzug der im gewöhnlichen Sprachgebrauch als „Samen" bezeichneten Früchtchen. In allen andern Fällen ist es die äußere Samenhaut oder Testa, welcher die Oberfläche des Samens ihre besondere Beschaffenheit verdankt; sie ist bald glatt, bald punktirt, warzig oder mit netzförmigen

Erhabenheiten bedeckt; auch behaart kommt sie vor, wie z. B. bei der Baumwollenpflanze, deren die Testa bekleidenden Wollhaare eben die Baumwolle liefern. In andern Fällen zeigt sich die äußere Samenhaut in flügelartige Anhänge oder Fortsätze ausgebildet, wodurch dann der Same äußerlich mit einer einsamigen Flügelfrucht viel Aehnlichkeit erhält; so stellt z. B. Fig. 220 den mit einem einseitigen Hautflügel versehenen Samen der Fichte vor. Endlich kann auch die äußere Schichte der Samenschale weich und saftig seyn, was besonders in fleischigen Früchten vorkommt, wie z. B. in der Johannis- und Weinbeere, bei denen die das Innere erfüllende saftige Masse mit von diesem Ueberzug des Samens gebildet wird; beim Granatapfel sind eben die fleischigen Samenschalen, welche beträchtlich verdickt sind und aus durchsichtigem Zellgewebe bestehen, der Sitz des erquickenden Saftes, wegen dessen man die Frucht genießt; man pflegt hiernach diese Samen auch als beerenartige zu bezeichnen. Eigenthümlich ist auch die Beschaffenheit der Oberfläche bei den Samen der Quitte, des Leins und der Kresse, welche, wenn sie befeuchtet wird, sich mit einem Schleimüberzug bedeckt, welcher durch Ansaugen von Wasser aufschwillt und die Oberfläche schlüpfrig macht. Die Farbe der Testa ist in den meisten Fällen eine dunkle, besonders braun oder schwarz; seltener erscheint sie hell und lebhaft oder buntgefärbt, wie bei den Feuerbohnen. Diejenige Stelle, womit der Same entweder unmittelbar der Samenleiste oder dem Ende des Nabelstrangs ansitzt, ist auf der äußern Samenhaut gewöhnlich abgegrenzt, und durch besondere Färbung ausgezeichnet; sie heißt Nabel (hilus, Fig. 221. a.) und liegt bald am obern oder untern Ende des Samens, bald in seiner Mitte, wie z. B. bei der Bohne; im letztgenannten Fall ist sie zwar deutlich, aber verhältnißmäßig klein, und manchmal findet sie sich auf eine linien- oder punctförmige Andeutung reducirt; dagegen erscheint sie in andern Fällen, z. B. bei der Roßkastanie, sehr ausgedehnt. Auch der Keimmund läßt sich auf der äußern Samenschale oft noch als ein nadelstichartiges Loch oder als eine mit wulstigem Rand umgebene Stelle (s. Fig. 221. b.) erkennen, deren Lage, je nachdem das Eichen gerade-, krumm- oder gegenläufig war (s. oben S. 96. Fig. 188—190.), entweder dem Nabel gegenüber oder ihm genähert seyn muß. Bei dem gegenläufigen Samen zeigt sich vom Nabel an seitlich herablaufend die Naht (rhaphe Fig. 221. c.), als ein mehr

220.



221.



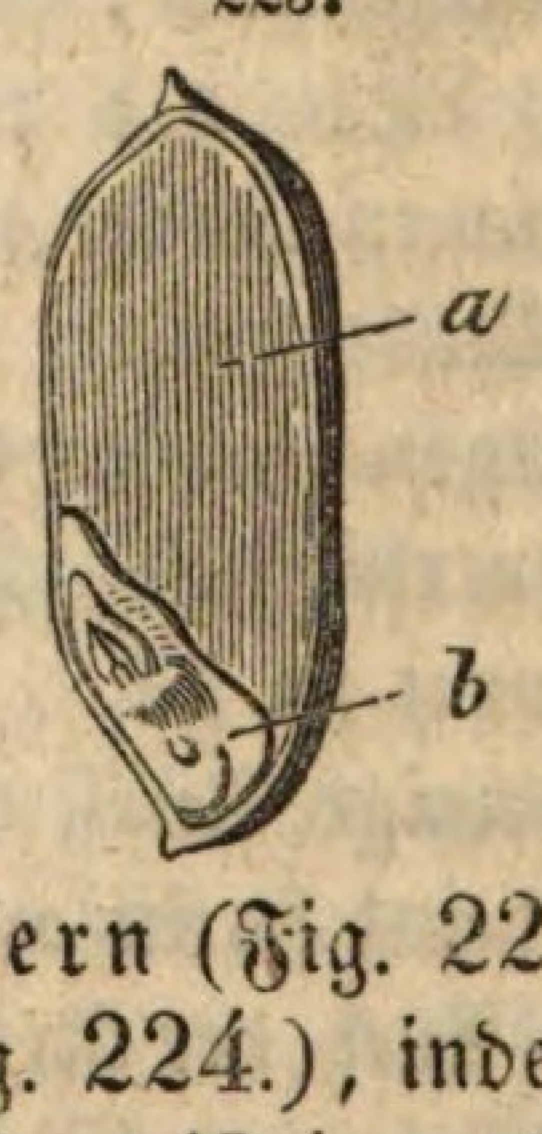
oder weniger verdickter fadenförmiger Strang, der unten in den sogenannten Hagelfleck (Chalaza, Fig. 221. d.) endigt, welcher die natürliche Basis des Samens bezeichnet, und eigentlich schon der innern Samenhaut, die an dieser Stelle verdickt und auch wohl gefärbt zu seyn pflegt, angehört; bei den gerad- und krummläufigen Samen liegt dieser übrigens oft nicht deutlich unterscheidbare Fleck unmittelbar unter der äußerlich durch den Nabel bezeichneten Stelle. Die innere Samenhaut (tegmen), welche auch, wie oben gesagt wurde, manchmal ganz fehlt, ist in der Regel ein gleichförmiges, zartes, weißliches Häutchen, welches beispielsweise beim frischen Nußkern sich leicht von der gelblichen Testa ablöst. Man vergleiche übrigens die oben gegebene Darstellung des gegenläufigen Samens der Wolfsmilch (Fig. 221.), welcher bei A in der äußern Ansicht, bei B im senkrechten Durchschnitt abgebildet ist.

Der Kern des Samens besteht entweder nur aus dem Keimling, d. h. der Anlage des jungen Pflänzchens, oder es findet sich außer diesem noch ein Körper, welcher als eine Ablagerung nährender Stoffe für die künftige Entwickelung des Keimlings zu betrachten ist, und Eiweiß oder Albumen genannt wird. Dasselbe ist bald in beträchtlicherer, bald in geringerer Menge vorhanden, und steht, was seine Massenentwickelung betrifft, in umgekehrtem Verhältniß zum Keimling, so daß es, wenn letzterer sehr klein ist, wie z. B. bei den Palmen, die Hauptmasse des Samenkerns ausmacht. Meistens schließt es den Embryo in seinem Innern ein, so daß derselbe mehr oder weniger in seine Längenachse zu liegen kommt (s. Fig. 222.), seltener ist es seitlich ge-

222.



223.



224.



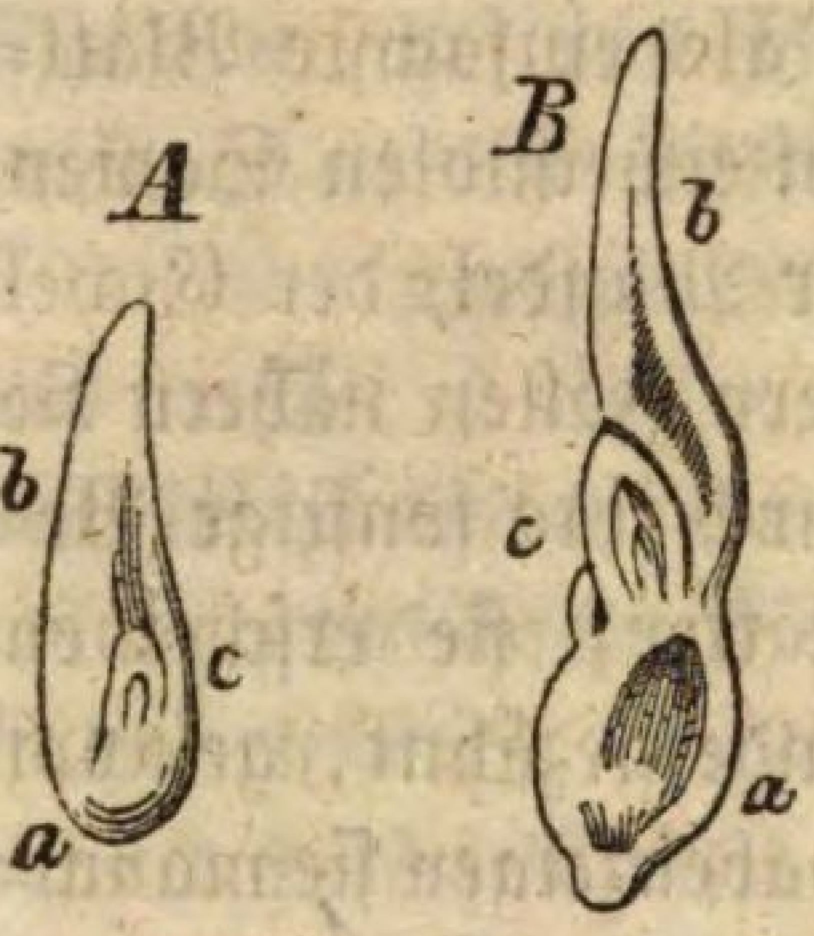
lagert, wie bei den Gräsern (Fig. 223.), und nur in wenig Fällen erscheint es central (s. Fig. 224.), indem es der gekrümmte Keimling umschließt. Seine Substanz ist je nach der Beschaffenheit der darin abgelagerten Stoffe bald schleimig oder fleischig weich, bald mehlig (wie bei den Getreidearten), bald knorpelig verhärtet wie bei der Dattel und der Kaffeebohne; es gibt sogar eine Palmenart, deren weißer Kern eine solche Härte zeigt, daß er unter dem Namen des „vegetabilischen Elfenbeins" wie Horn verarbeitet wird; bei der Cocosnuß dagegen

sind die äußern Eiweißschichten bröckelig-fleischig und eßbar, während in der innern Höhlung, solange die Frucht noch nicht vollkommen reif ist, eine Milch sich findet, die als erquickender Trank häufig genossen wird. Uebrigens ist das Vorkommen des Eiweißes in der ganzen Reihe der Pflanzenfamilien in der Weise vertheilt, daß es in beträchtlicher Ausbildung hauptsächlich den monocotyledonischen Pflanzen (dieser Ausdruck wird im weitern Verlauf dieses Kapitels erklärt werden) zukommt, während die Samen der Dicotyledonen häufiger eiweißlos sind. Da aber die Ablagerung nährender Stoffe im Samen eine ganz allgemeine Regel ist, so sehen wir sie bei der letztern Classe der Samen, wie z. B. bei Erbsen, Bohnen und vielen andern im Embryo selbst, der dann fleischig verdickt erscheint, niedergelegt.

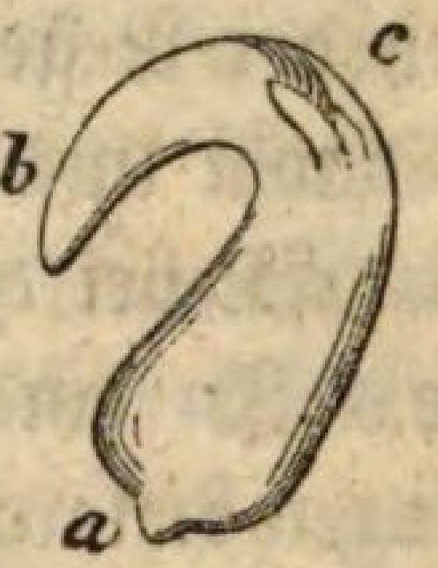
Der Keimling oder Embryo ist der wesentliche Theil des Samens, denn er besteht aus dem jungen Pflanzenindividuum, welches bestimmt ist, im Act des Keimens seine weitere Entwickelung zu beginnen, und damit ein selbstständiges Leben anzutreten. Samen, welche keinen keimfähigen Embryo enthalten, doch aber öfter äußerlich keinen auffallenden Unterschied erkennen lassen, werden „taub" genannt. Der Keimling besteht aus den beiderlei, den Pflanzenkörper wesentlich zusammensetzenden Organen, nämlich Achsen- und Anhangsgebilden, in ihrer einfachsten Form; erstere treten als Stengelchen, letztere als Samenlappen oder Cotyledonen auf. Das Stengelchen erscheint als ein cylindrischer, oft sehr verkürzter und dann gewöhnlich beträchtlich verdickter Körper, der die Grundlage oder Achse des Ganzen bildet; seine untere Endigung wird auch wohl Würzelchen (radicula) genannt, obgleich dieser Ausdruck eigentlich erst von der Periode des Keimens gelten kann, wo sich eben dieser Theil des Keimlings entweder unmittelbar zu der Hauptwurzel der jungen Pflanze verlängert, oder Nebenwurzeln seitlich hervortreibt. Auf der Spitze des Stengelchens sitzen die Samenlappen (Cotyledonen), deren Zahl eines der durchgreifendsten und beständigsten Kennzeichen für die Hauptabtheilungen des Gewächsreichs abgibt. Ist nämlich nur eines dieser Organe deutlich als solches erkennbar vorhanden, so heißt die Pflanze einsamenlappig (monocotyledonisch); dahin gehören namentlich alle gras-, lilien- und palmenartigen Pflanzen und die ihnen nahestehenden, überhaupt alle durch streifennervige (und bogennervige) Blätter charakterisirten Gewächse. Es ist jedoch diese Benennung insofern nicht buchstäblich zu nehmen, als eigentlich schon am Keimling stets eine Mehrzahl von Blättern vorhanden ist; jedoch nur das erste erscheint in dem vorliegenden Fall durch seine überwiegende Größe als Samenlappen entwickelt; die übrigen, noch ganz

klein und dicht zusammengedrängt, bilden das sogenannte **Federchen** (plumula), welches am Grunde des Samenlappens liegt, und von ihm mehr oder weniger vollständig umhüllt wird. Seiner Gestalt nach ist der Samenlappen der Monocotyledonen entweder **schildförmig**, wie bei den Gräsern, oder **kegelförmig**, indem das tutenförmig zusammengerollte Keimblatt, das ihn bildet, an seinen Rändern verwächst. Als Erläuterung mögen die nebenstehenden Durchschnittsfiguren **monocotyledonischer Embryonen** dienen, von denen Fig. 225 B. einen Grasembryo darstellt. Bei allen ist das **Stengelchen** (meist „Würzelchen" genannt) mit a, der Samenlappen mit b, und die **Plumula** mit c bezeichnet. Letztere ist in B von außen sichtbar, in A dagegen „eingeschlossen," nämlich von der Basis des Samenlappens verhüllt. Dasselbe gilt von dem in Fig. 225*. abgebildeten Embryo einer hiehergehörigen Wasserpflanze (**Potamogeton**), bei welcher namentlich auch die starke Entwickelung des Würzelchens zu bemerken ist, daher solche Embryonen **großwurzlige** genannt werden.

225.

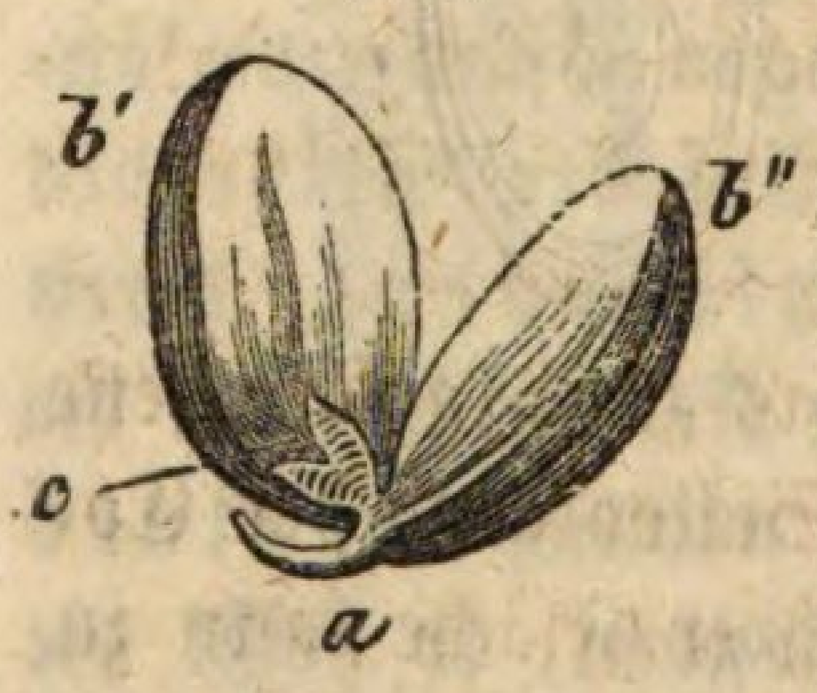


225*.



Die zweite Hauptform des Keimlings ist die **dicotyledonische** oder **zweisamenlappige**, welche der überwiegenden Mehrzahl der phanerogamischen Pflanzen zukommt. Hier stehen an der Spitze des Stengelchens zwei gleichgroße Cotyledonen, welche das Federchen zwischen sich einschließen, und daher beim Keimen, wo letzteres zur Entwickelung kommt, seitlich auseinanderklappen. Als bekanntestes Beispiel ist in Fig. 226. der Keimling der Bohne mit geöffneten Cotyledonen dargestellt; die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie in den vorhergehenden Figuren. Von diesem regelmäßigen, für die große Reihe der Dicotyledonen charakteristischen Typus kommen übrigens einige Abweichungen vor, welche indessen bei näherer Betrachtung nicht so wesentlich erscheinen, daß wir darum die Pflanzen, bei denen sie sich finden, von den übrigen dieser Abtheilung, mit denen sie sonst in Allem übereinstimmen, trennen könnten. Namentlich sind hier viele unserer einheimischen Nadelhölzer aus der Gattung **Pinus L.** anzuführen, welche eine Mehrzahl quirlständiger Cotyledonen auf der Spitze des Stengelchens zeigen (s. Fig. 227.); was übrigens darin seine Erklärung findet, daß eine solche Anordnung eigentlich nicht wesentlich verschieden ist von

226.



227.



der zweier gegenüberstehender Blätter, indem in beiden Fällen die einzelnen Glieder auf gleicher Höhe stehen, während andrerseits die Stellung der Keimblätter bei den Monocotyledonen als abwechselnd bezeichnet werden kann. Der Anschein eines monocotyledonischen Keimlings bei einer dicotyledonischen Pflanze aber kann dadurch entstehen, daß die beiden Samenlappen untereinander verschmelzen, wie das bei der Roßkastanie und der zahmen Kastanie der Fall ist, wo sich die dicke, aus den verwachsenen Cotyledonen bestehende Fleischmasse des Samens erst beim Keimen in die entsprechenden zwei Hälften löst.

Die Cotyledonen erscheinen in der Regel als einfachste Blattform mit länglichrundem Umriß, und dabei in den eiweißlosen Samen meist sehr stark fleischig verdickt, wie z. B. bei der Mandel, der Eichel und in den Samen der Hülsenfrüchte. In andern Fällen nähern sie sich durch grüne oder grünliche Färbung, sowie durch ihre sonstige Beschaffenheit schon merklich der Natur der Laubblätter; sie erscheinen dann oft deutlich geadert und nicht selten am Rande gezähnt, gelappt oder auch getheilt, wie bei der Linde und Kresse. Dabei zeigen sie manchmal eine einfache oder mehrfache Faltung nach Art der Knospenlage der Laubblätter (s. Fig. 229 vom Kohl und Fig. 228 vom Ahorn). In der Lage der Theile des Embryo gegeneinander zeigt sich die Verschiedenheit, daß er entweder gerade (s. Fig. 221 und 222.) oder gekrümmt (Fig. 224 und 225.), oder endlich zusammengelegt

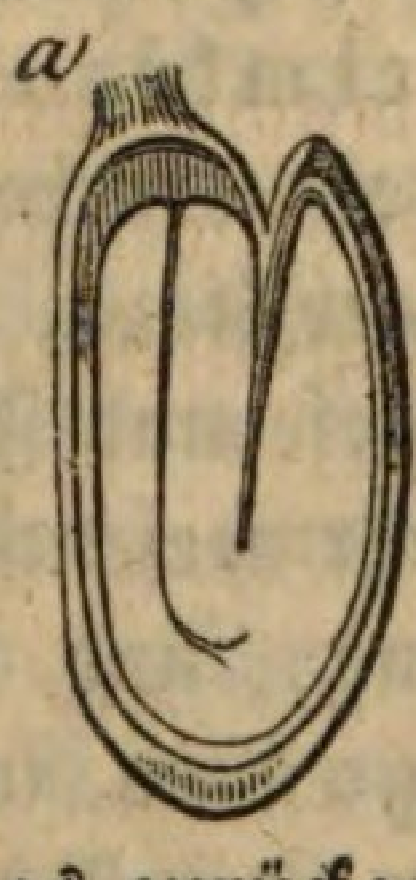
228.



229.



230.



(Fig. 229 und 230.) ist, wobei im letztern Fall das zurückgeschlagene Würzelchen entweder (wie bei der Bohne) auf die Seitenkante der Cotyledonen, oder, wie in Fig. 229, auf die Mitte ihrer Fläche kann zu liegen kommen, worauf namentlich die Unterabtheilungen der kreuzblüthigen Pflanzen gegründet sind. Was die Lage des Keimlings gegen die Samendecken betrifft, so erscheint das Würzelchen bald gegen den Nabel gekehrt, bald von ihm abgewendet, daher auch von einer bestimmten Lage desselben in der Frucht keine Rede seyn kann. Diese Unregelmäßigkeit der Lage des Keimlings ist aber nur eine scheinbare, indem es als eine allgemeine ganz ausnahmslose Regel (deren Grund bei der Lehre von der Befruchtung wird angegeben werden)

gelten kann, daß das Wurzelende des Keimlings stets am Keimmund oder ganz in seiner Nähe liegt. Da aber eben der Keimmund nach dem früher Gesagten in seiner relativen Lage so sehr wechselt, so ist natürlich, daß über die Lage des Embryo's im Samen oder der Frucht keine allgemeingültige Norm besteht. Schließlich sey noch erwähnt, daß es einzelne Pflanzen gibt, bei denen nicht, wie sonst allgemein, nur ein Embryo im Samen vorhanden ist, sondern welche nicht selten deren mehrere enthalten, wie z. B. die auf unsern Bäumen schmarotzende Mistel, die deren zwei, und dann die Citrone, die sogar eine größere Anzahl in einem Samen zu enthalten pflegt.

§. 12. Vom Lager der blüthenlosen Pflanzen.

Wir haben bisher nur diejenigen Gewächse in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen, welchen die Blüthenbildung als charakteristisches Merkmal zukommt, d. h. deren Stengel- und Blattorgane sich zu der höhern Entwickelungsstufe der zweigeschlechtigen Generationsorgane erheben; letztere erzeugen dann durch ihr in der Befruchtung vor sich gehendes Zusammenwirken den Samen, der bereits, wie wir gesehen haben, im Keimling die Anlage der neuentstandenen jungen Pflanze als wesentlichen Theil in sich enthält. Nun gibt es aber noch eine andere zahlreiche, nach ihrer ganzen Bildung als unvollkommener organisirt zu bezeichnende Reihe von Gewächsen, welche sich durch sogenannte Keimkörner fortpflanzen, nämlich durch einfache zellige Gebilde, die ohne vorhergehende Befruchtung entstehen, und keine Spur eines vorgebildeten jungen Individuums zeigen; es sind die Algen, Pilze, Moose und Farnkräuter. Diese entbehren also aller Blüthenorgane, der wesentlichen und der unwesentlichen, sowie des Acts der Befruchtung, und heißen darum blüthenlose Pflanzen oder Cryptogamen, im Gegensatz zu den höher organisirten Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Diese ersteren zerfallen wieder nach der Beschaffenheit ihrer Vegetationsorgane in zwei große, deutlich getrennte Gruppen; bei den Moosen und Farnkräutern nämlich ist die Pflanze, ganz ähnlich wie dieß bei den höhern oder Blüthenpflanzen der Fall ist, in Wurzel-, Stengel- und Blattgebilde gegliedert, bei den übrigen aber erscheint diese Trennung oder Gliederung noch nicht, sondern ihr ganzer Körper besteht aus einer gleichförmigen Masse, welche jene dreierlei Gebilde verschmolzen, oder richtiger gesagt, noch ungetrennt darstellt, und Lager oder Thallus genannt wird. Hienach unterscheiden wir die Cryptogamen in 1) blatt- (oder stengel-) bildende: Moose und Farnkräuter; 2) Thallus- oder Lagerpflan-

zen, wohin die einfachsten pflanzlichen Organismen gehören, nämlich Algen und Pilze.

Die blattbildenden Cryptogamen stimmen in der Gestaltung derjenigen Theile, welche ihnen und den im Bisherigen betrachteten Blüthenpflanzen gemeinsam sind, durchaus mit diesen überein. Ihre Wurzel ist stets aus fasrigen Nebenwurzeln gebildet, der Stengel erscheint entweder als verkürztes Rhizom, wie bei den einheimischen Farnkräutern, oder als holziger Stamm, wie bei den Baumfarn, oder endlich als gestreckter krautartiger Stengel, wie namentlich bei allen Moosen. Auch die Blätter sind ganz nach dem Typus der Laubblätter der höhern Pflanzen gebildet; bei den Farnkräutern, wo man sie mit der übrigens ganz entbehrlichen besondern Benennung der Wedel (frons) bezeichnet hat, sind sie gestielt und fast stets mehrfach getheilt, oder vielfach zusammengesetzt; bei den Moosen dagegen und beim Bärlapp (Lycopodium) einfach flächenförmig ausgebreitet, und höchstens am Rande mit kurzen Sägezähnen versehen; sie sind hier in der Regel sehr zahlreich, und erscheinen in Folge ihrer spiraligen Stellung in mehrere Reihen oder Zeilen geordnet. Bei manchen Lebermoosen, wo sie zweizeilig stehen, verschmelzen sie untereinander zu einer hautartigen Fläche, was offenbar den Uebergang zu der im Folgenden zu betrachtenden Bildung des Thallus bezeichnet.

Im Lager oder Thallus ist, wie oben angeführt, noch keine Trennung in aufwärts- und abwärtsgehendes Wachsthum, noch die in Achsen- und Anhangsorgane ausgesprochen; daher stellt er einen allseitig vegetirenden Körper dar, der zwar häufig mit seinem untern Theil, der selbst wurzelartig verzweigt erscheinen kann, festsitzt, in andern Fällen aber auch überallhin frei in dem umgebenden Medium liegt, daher, wenn dieses, wie bei den Algen, Wasser ist, gegen die sonst allgemein im Pflanzenreich geltende Regel unbefestigt, also freischwimmend erscheint. Die Gestaltung des Lagers, sowie seine Consistenz und Zusammensetzung ist so mannichfaltig, daß wir wegen des Einzelnen auf den speciellen Theil verweisen müssen; wir beschränken uns daher hier darauf, die ausgezeichnetsten Formen desselben, wie sie bei den Hauptabtheilungen der Thalluspflanzen auftreten, kurz anzuführen.

Die einfachste Form des Lagers wie des Pflanzenkörpers überhaupt ist diejenige, wo er aus einzelnen getrennten oder wenigen aneinandergereihten Zellen besteht, welcher Fall sich bei manchen Wasseralgen, sowie bei den unvollkommensten Pilzen findet; doch kommen diese ein- und wenigzelligen Individuen meist in so beträchtlicher Menge zusammengehäuft vor, daß sie, trotz ihrer mikroskopischen Kleinheit im Einzelnen, durch ihr geselliges Wachsthum deutlich genug ins Auge fallen. Zu-

nächst hieran schließt sich der fadenartige Thallus, der aus aneinandergereihten, meist schlauchartig verlängerten Zellen besteht, und dabei bald einfach, bald mehr oder weniger ästig erscheint; er findet sich einerseis bei den sogenannten Wasserfäden unter den Algen, andrerseits bei den Fadenpilzen oder Schimmeln. Drittens erscheint das Lager flächenartig ausgebreitet, bald als eine dünne Haut von unbestimmter Gestalt, bald von derberer Consistenz mit bestimmt begrenztem Umfang und deutlich unterschiedener Ober- und Unterfläche, wo es dann blattartig genannt wird; hiefür ist als bekanntes Beispiel die Mehrzahl der an Baumrinden und Bretterwänden so häufigen Schildflechten, namentlich die gewöhnlichste derselben: die goldgelbe Wandflechte (Parmelia parietina) anzuführen; die Flechten gehören übrigens ebenfalls zu den Algen, und unterscheiden sich von den eigentlichen oder Wasseralgen als „Luftalgen" eben hauptsächlich auch durch diesen ihren atmosphärischen Standort. Noch kommt in dieser selben Familie eine andere ausgezeichnete Form des Lagers vor, nämlich die strauchartige, bald mit flachen Aesten wie beim sogenannten „isländischen Moos," bald mit stielrunden, baumähnlich getheilten Verzweigungen wie beim „Rennthiermoos," das so häufig auf trockenem Haideboden wächst; daß beide Gewächse nicht, wie sie der Volksname bezeichnet: Moose, sondern vielmehr Thalluspflanzen, nämlich Flechten sind, zeigt eben der gänzliche Mangel aller blattartigen Organe, sowie der eines Stengels, deren Vorkommen für die Moose charakteristisch ist, schon auf den ersten Blick.

Die ausgebildetsten Formen des Lagers kommen bei den Wasseralgen und zwar bei den im Meere lebenden oder den Tangen vor; sie sind fast durchgängig von derber lederartiger oder knorpeliger Consistenz und oft durch sehr beträchtliche Massenentwickelung ausgezeichnet; der Form nach erscheinen sie bald flachverbreitet und hand- oder fiederförmig gelappt oder getheilt; bald wiederholt zierlich fiedertheilig mit stengelartig gerundeten Verzweigungen, bald wechseln stengel- und blattähnliche Abschnitte des Lagers in der Art ab, daß der Anschein eines beblätterten Pflanzentheils entsteht, welche Aehnlichkeit aber nur äußerlich ist, denn eine besondere Wachsthumsrichtung und eine regelmäßige Anordnung, wie bei den eigentlichen Blattorganen, findet sich hier nicht.

Bei der Mehrzahl der Pilze ist der Thallus weit weniger entwickelt als bei den Algen, dagegen erscheint bei ihnen die Ausbildung der im folgenden Abschnitt zu betrachtenden Keimfrüchte, die bei jenen ganz fehlen oder in der Erscheinung mehr zurücktreten, vorwiegend. So finden wir z. B. bei fast allen größeren Schwämmen den Thallus als ein

zartes im Boden verbreitetes Fadengewebe, die sogenannnte Pilzfaser oder das Mycelium, welches dann seine Sporenfrüchte in ihrer charakteristischen Gestaltverschiedenheit über die Erde hervortreibt. Bei andern wieder erscheint der Thallus als eine fleischige, verschiedengestaltete, im Innern die Keimfrüchte einschließende Masse.

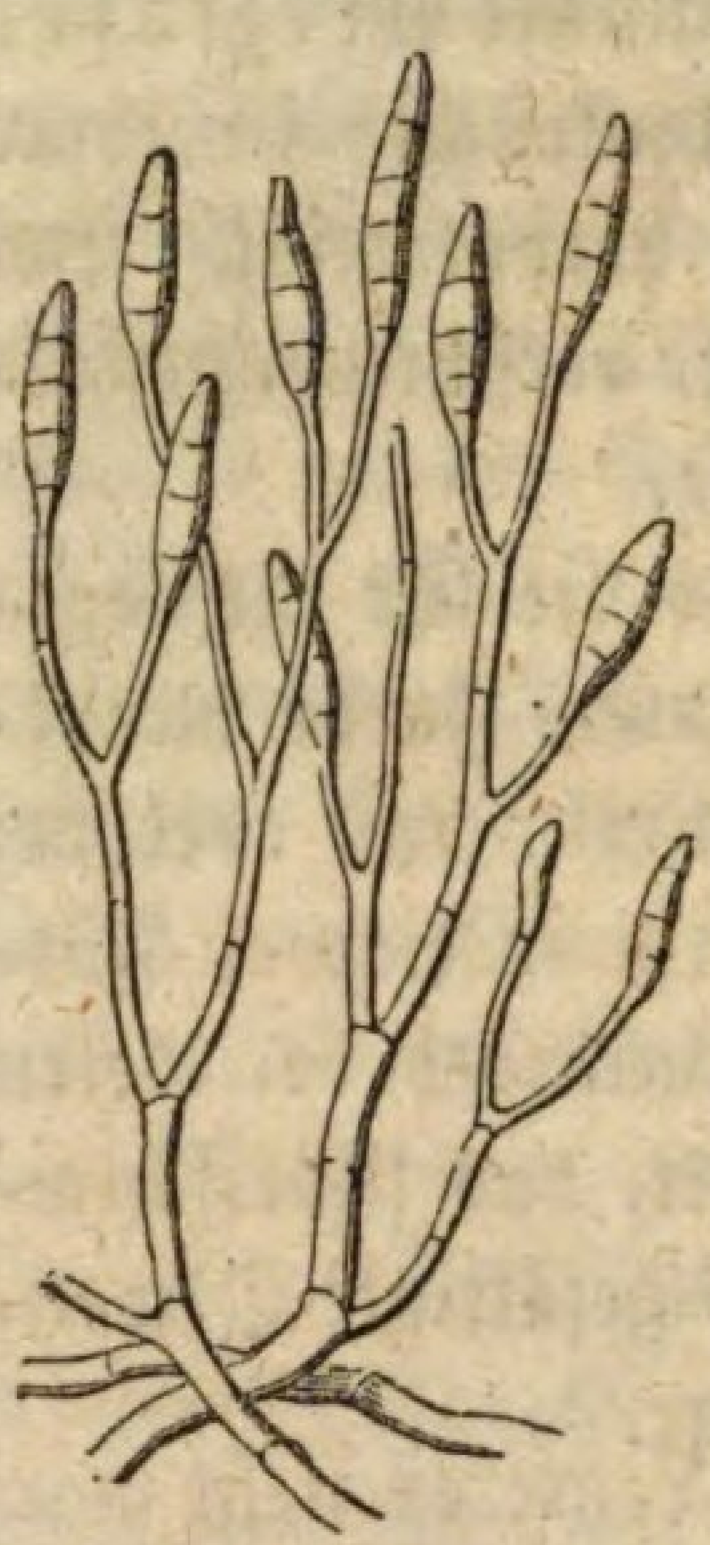
Schließlich ist noch anzuführen, daß dem Thallus die für die vegetativen Theile der Blüthenpflanzen charakteristische grüne Farbe hauptsächlich nur bei den Algen des süßen Wassers zukommt, daß aber bei allen übrigen Lagerpflanzen die mannichfachsten oft sehr intensiven Färbungen vorkommen, wie z. B. das prachtvollste Carminroth bei vielen kleinern Tangen, das glänzende Gelb der Waldflechte, das silberschimmernde Weiß vieler Schimmelarten, und wieder das gesättigte Olivengrün und tiefe Braun der großen lederartigen Tange.

§. 13. Von den Keimfrüchten und Keimkörnern.

Die Keimkörner oder Sporen, d. h. die den Samen der höhern Pflanzen entsprechenden Fortpflanzungsorgane der Cryptogamen bilden sich entweder aus der Masse des Lagers, indem ihre Bildungsstätte einen integrirenden Bestandtheil desselben ausmacht, oder sie sind von ihrer Entstehung an bis zur Reife in besondern Organen eingeschlossen, welche Keimfrüchte oder Sporangien genannt werden. Diese Sporangien, welche auch in vielen Fällen im Aeußern Aehnlichkeit mit den Früchten der Phanerogamen zeigen, entsprechen offenbar zugleich der Blüthe und der Frucht der höhern Pflanzen, indem der diese beiden Entwickelungsstadien bei jenen abgrenzende Befruchtungsact hier natürlich, wo zweierlei Generationsorgane nicht vorhanden sind, fehlt.

Bei der einfachsten, nämlich der ein- und wenigzelligen Thallusform zeigt sich die Sporenbildung als einmalige oder wiederholte Theilung des Zelleninhalts, wonach also jedes einzelne Pflänzchen zwei, vier und mehr junge aus sich hervorzubringen vermag, an welchen sich wieder derselbe Vorgang begibt, sobald sie ihr Wachsthum vollendet haben; hieraus erklärt sich leicht die außerordentlich rasche Vermehrung dieser einfachsten Pflanzengebilde, der zu Folge sie fast stets als Zusammenhäufungen zahlloser Einzelpflänzchen erscheinen. Beim fadenartigen Lager der Algen und Pilze zeigen die Zellen, in denen die Sporenbildung vor sich geht, meist eine bestimmte Lage und Anordnung; namentlich pflegen sich nicht selten die Endzellen der Stämmchen und Aeste des Thallus in die Keimkörner umzuwandeln. Als Bei-

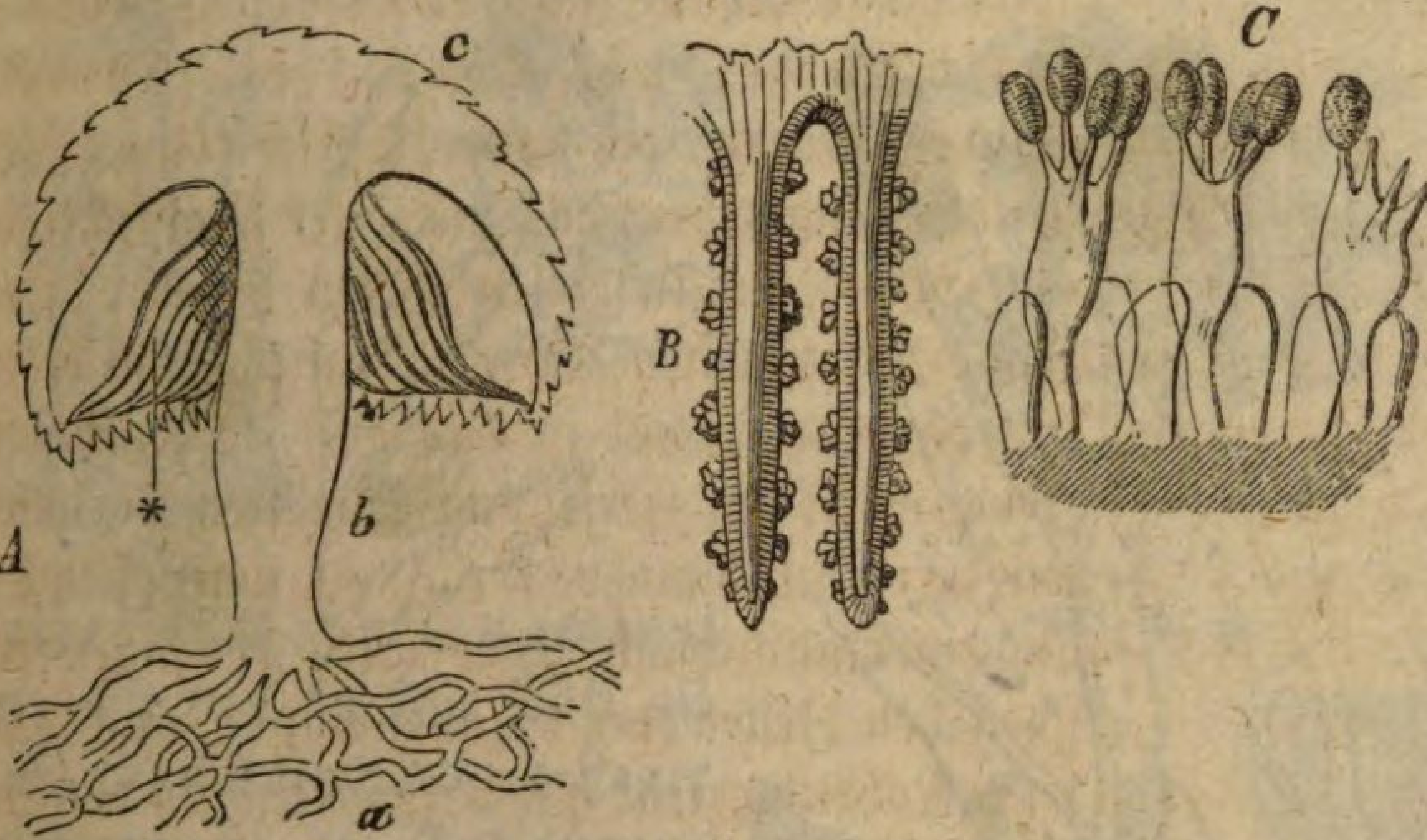
231.



spiel möge der in Figur 231 abgebildete **Spindelschimmel der Kartoffel** (**Fusisporium Solani**) dienen, ein mikroskopisch kleines schmarotzendes Pflänzchen, das mit aller Wahrscheinlichkeit als Grund der in diesen letzten Jahren so verheerend aufgetretenen Kartoffelkrankheit zu betrachten ist; dasselbe wächst in und auf den durch stockende Feuchtigkeit zur Zersetzung geneigten Kartoffelknollen, deren Auflösung es veranlaßt, indem sein Thallus als ein mannichfach verzweigtes Fadengewebe zwischen den Zellen der Knollenmasse, aus denen er seine Nahrung zieht, sich verbreitet. An den Stellen, wo diese schmarotzende Vegetation nach außen hervorbricht, erscheint sie in der Gestalt von zarten strauchartig verzweigten Büscheln weißer Schimmelfäden, deren Enden und Spitzen sich in die spindelförmigen mehrfächrigen Sporen umwandeln, die dann bei der Reife sich ablösen, und gleich Samen junge Pflänzchen derselben Art aus sich erzeugen. Auch die Keimkörner der übrigen Pilze bestehen aus einzelnen oder wenigen gereihten Zellen und erscheinen, da sie in der Regel in großer Menge vorhanden sind, bei der Reife als ein staubartiges Pulver. Bei den Bauch- und Kernpilzen ist dieses Sporenpulver in besondern Behältern enthalten, welche bald aus einer einfachen oder doppelten Haut gebildet sind, und sich in verschiedener Weise öffnen, bald aus fleischiger Masse bestehen und dann in der Regel geschlossen bleiben; sie werden **Keimkornsäcke** oder **Peridien** genannt; so z. B. ist das Peridium des **Bovists** (**Lycoperdon Bovista**) eine doppelte häutige Hülle, welche bei der Reife am Scheitel aufreißt, wo dann das zwischen einem zarten Haargewebe eingestreute Sporenpulver bei der leisesten Berührung ausstäubt. Bei der **Trüffel** dagegen sind die fleischigen, sich nicht öffnenden Peridien zu einer knolligen Masse zusammengewachsen. Bei den **Hauptpilzen**, wohin namentlich die sämmtlichen Hutschwämme gehören, werden die Sporen in der **Keimhaut** (**Hymenium**) erzeugt, welche den Thallus oder einen Theil desselben in charakteristischer Gestaltung überzieht und namentlich auf der untern Seite des Huts Löcher, Röhren, Falten u. drgl. m. bildet, wonach man die einzelnen Gattungen zu unterscheiden pflegt.

Als Beispiel möge ein **Blätterschwamm** (**Agaricus**, s. umstehende Fig. 232.) dienen; bei **A** ist derselbe im Durchschnitt in natürlicher Größe dargestellt; das im Boden verbreitete Fasergewebe des **Myceliums** ist mit **a** bezeichnet, der **Strunk** oder Stiel, der sich oben

232.



in den Hut ausbreitet, mit b; auf der Unterseite des Letzteren sieht man dann (bei*) die Blättchen oder Lamellen, die von der sporentragenden Keimhaut gebildet werden, wie der in Fig. 232 B. abgebildete vergrößerte Durchschnitt von zweien derselben zeigt. Fig. 232 C. stellt ein noch stärker vergrößertes Stückchen desselben Hymeniums dar, und zeigt, wie die Keimkörner vermittelst stielartiger Fortsätze zu je vieren von schlauchartigen Zellen (den sogenannten Tetraden) getragen werden; bei der Reife lösen sie sich dann los und fallen in Gestalt eines je nach der Art des Schwammes verschiedengefärbten Pulvers aus, wie man das leicht sehen kann, wenn man einen solchen Schwamm einige Zeit lang auf einer dunkelgefärbten Unterlage hat liegen lassen.

Kapselartige Sporangien haben unter den Algen die im Meere lebenden oder die Tange; da das Lager dieser Pflanzen oft strauchartig zertheilt, und seine flachverbreiteten Abschnitte nach Art der Blätter der höhern Pflanzen gestaltet sind, so hat das Ganze nicht selten im Aeußern Aehnlichkeit mit fruchttragenden Zweigen phanerogamischer Gewächse. Namentlich pflegen die zarten Blüthentange (s. umstehende Fig. 234.) ziemlich verzweigt zu seyn, und ihre Sporangien wie die blattähnlichen Abschnitte des Lagers in regelmäßiger Anordnung zu tragen; ihre Sporen sind verhältnißmäßig groß, aus derber Zellmasse bestehend, übrigens meist in beschränkter Anzahl vorhanden; sie pflegen entsprechend der röthlichen Farbe des Lagers von karmoisinrother Farbe zu seyn. Die derberen Ledertange haben schwarze Sporen von beträchtlicher Größe, welche in den einfachen oder zusammengesetzten Kapselsporangien in einer schleimigen Umhüllungsmasse eingebettet liegen. Die Fig. 233 (s. umstehend) stellt ein Fragment des hiehergehörigen gemeinen Blasentangs (Fucus vesiculosus) vor, an welchem man an der Spitze der Thallusverzwei=

233.



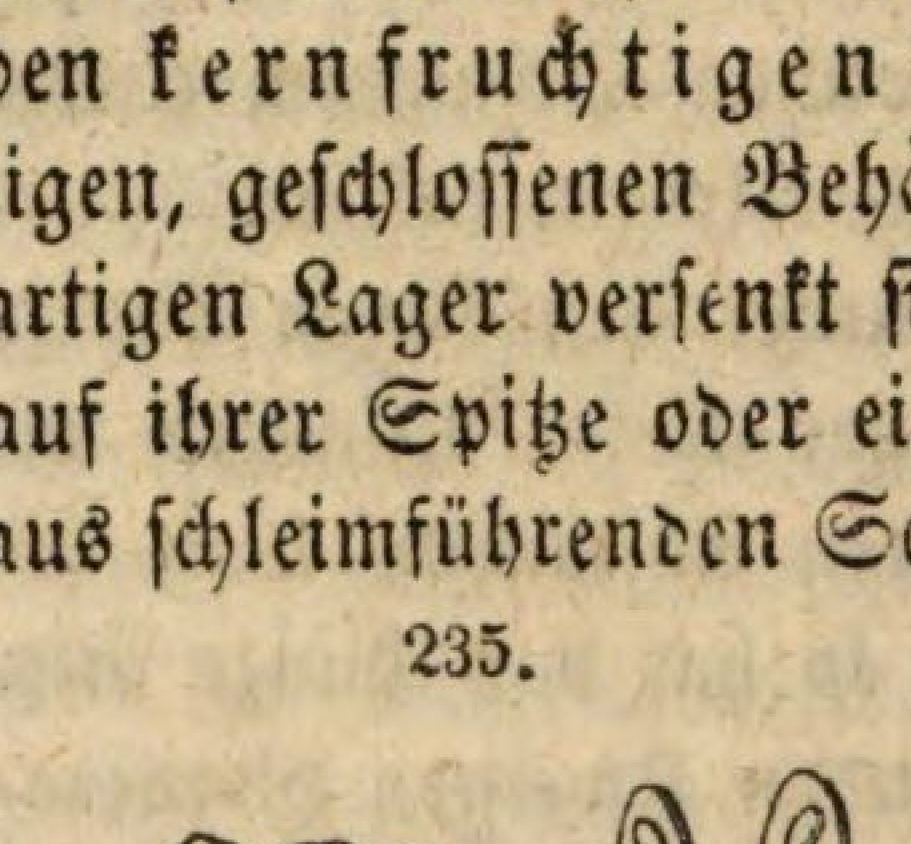
234.



gungen die höckerigen zusammengesetzten Keimfrüchte bemerkt, unterhalb dagegen in der Masse der Lagersubstanz kugelige Auftreibungen, welches mit Luft erfüllte Blasen sind, die dazu dienen, die Pflanze leichter schwimmend zu erhalten.

Die Keimfrüchte der Flechten oder Lichenen, für welche der Name: Apothecien gebräuchlich ist, zeigen sich in zwei Hauptformen, worauf man auch die Eintheilung dieser Pflanzen gegründet hat. Bei den kernfruchtigen Flechten nämlich werden die Sporen in kugeligen, geschlossenen Behältern erzeugt, die in dem krusten- oder blattartigen Lager versenkt sind, und sich nach außen nur durch ein Loch auf ihrer Spitze oder einen kurzen Kanal öffnen; der Inhalt besteht aus schleimführenden Schlauchzellen, von denen einige je 2—4 Sporen in ihrem Innern erzeugen (Fig. 235. b. c.); diese Kernfrüchte erscheinen äußerlich als warzenartige Vorsprünge (s. Fig. 235. a.) oder als einfache, die Oberfläche des Thallus durchbohrende Poren. Die zweite Abtheilung ist die der schüsselfruchtigen, welche bei Weitem die Mehrzahl der Flechten, namentlich alle mit strauchartig zertheiltem Lager enthält; hier sind die Apothecien entweder knopfförmig (s. nebenst. Fig. 236.) oder schüsselförmig (s. nebenst. Fig. 237 und 238.), und in letzterem Falle in der Regel mit einem aus der Substanz des Lagers gebildeten Rande umgeben; sie sitzen beim blattartigen Thallus bald auf seiner Fläche, bald am Rande auf, oder erheben sich auf besondern vertical wachsenden Theilen desselben, welche

235.



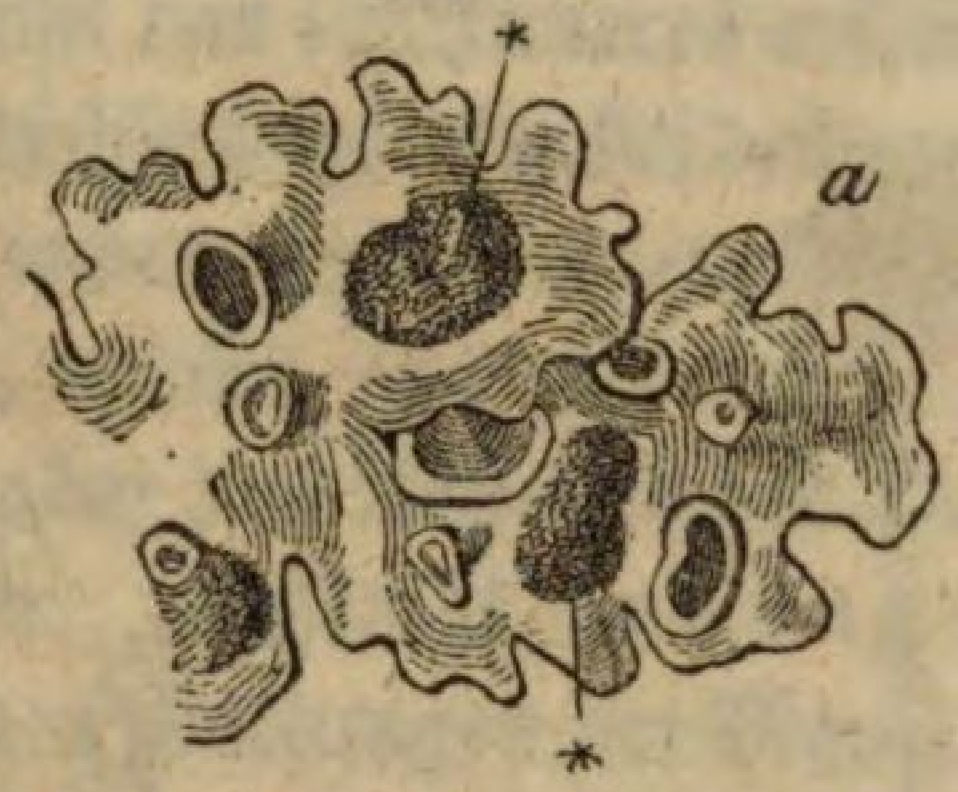
236.



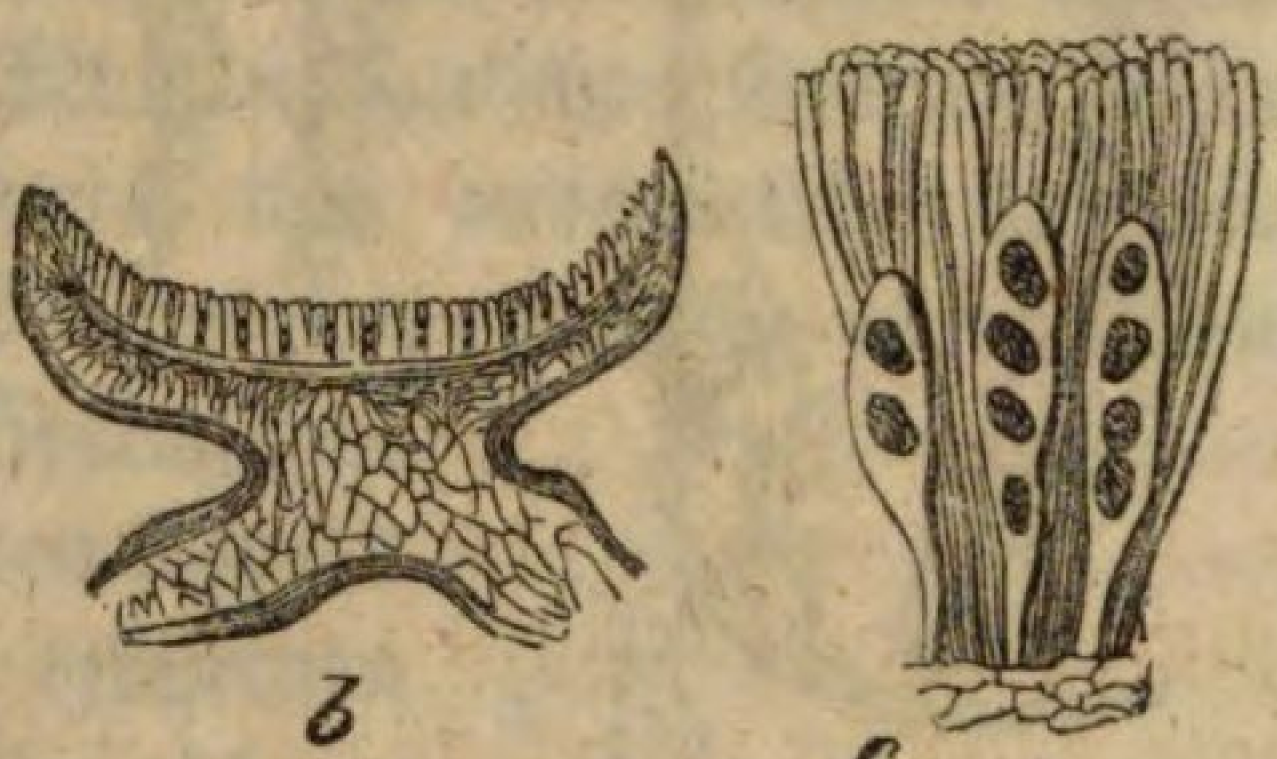
237.



238. a.



238. b. c.



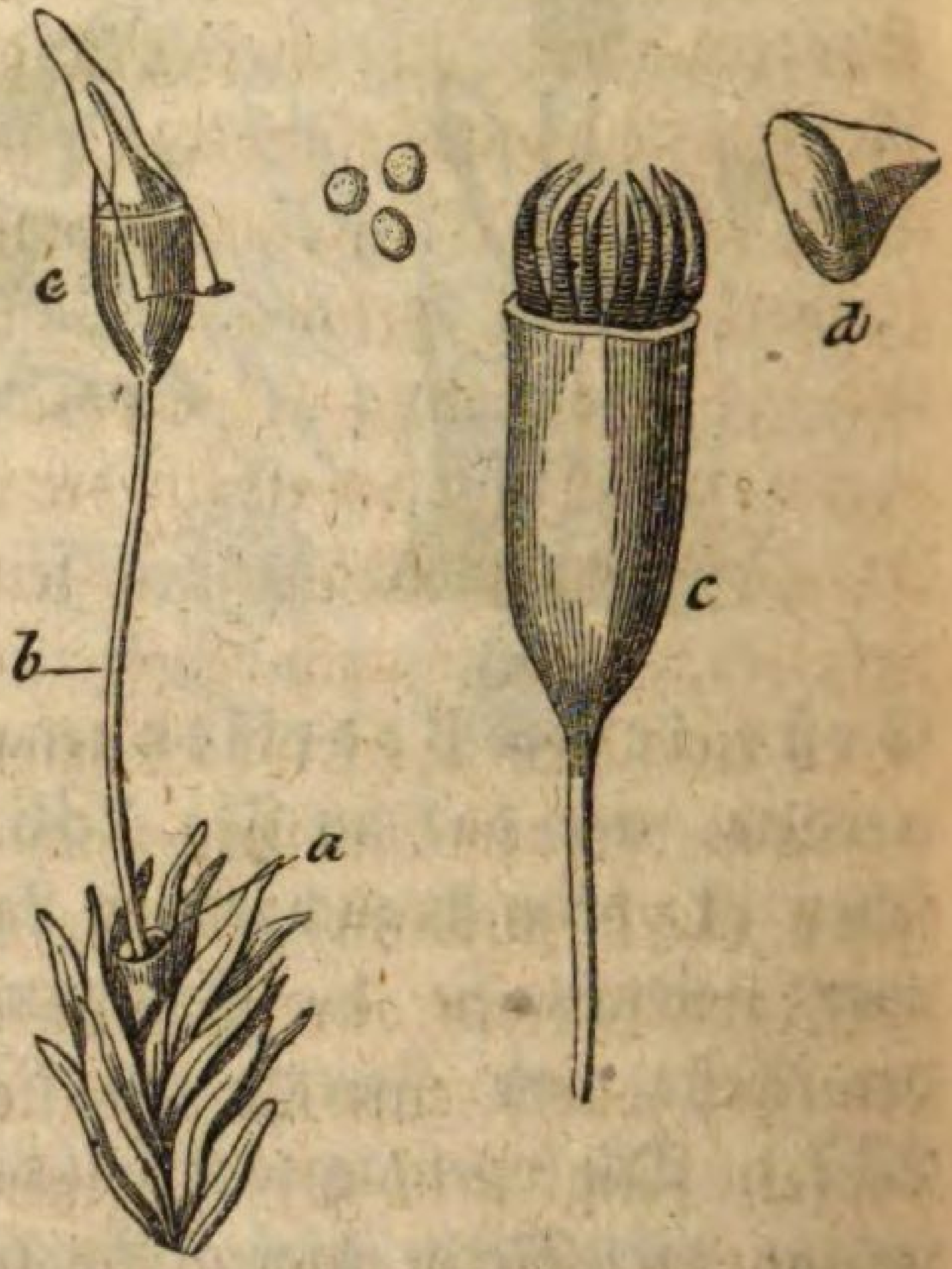
Gestelle oder Podetien genannt werden, wie das in Fig. 236. zu sehen ist; beim strauchartigen Lager aber nehmen sie die Endigungen der Aeste und Zweige ein (Fig. 237.). Die sogenannte Keimschicht, welche die Fläche dieser Schüsselfrüchte überzieht, ist von trockener Consistenz und meist von einer von der des Thallus abweichenden Färbung. Unter dem Mikroscop betrachtet (Fig. 238 **b** ein vergrößerter Durchschnitt, **c** eine Parthie desselben stärker vergrößert, wie auch oben in Fig. 235.), erscheint dieselbe gebildet aus einer großen Menge dichtgedrängter schlauchförmig verlängerter Zellen, deren viele fadenartig verdünnt sind, während andere geräumigere die Sporen zu mehreren hintereinander gereiht in ihrem Innern enthalten. Uebrigens kommt bei den Flechten außer dieser normalen Fortpflanzungsweise durch Sporen noch eine zweite vor, nämlich die durch sogenannte Staubkeime (**soredia**); hiebei löst sich nämlich eine Parthie des den Thallus bildenden Zellengewebes in die einzelnen Zellen auf, die dem blosen Auge als feine Staubkörnchen erscheinen, und entweder in besondern Häufchen auf der Fläche des Thallus (s. Fig. 238 **a** bei *), oder zerstreut an seinen Rändern sich zeigen; bei der Aussaat unter günstigen Verhältnissen verhält sich jedes einzelne dieser Körnchen gleich einer Spore, indem ein Pflänzchen derselben Art daraus entsteht.

Bei den höher organisirten blattbildenden Cryptogamen, nämlich den Moosen und Farnkräutern, zeigen die Keimfrüchte sehr bestimmte und eigenthümliche Formen, welche daher eben zur Unterscheidung und Charakterisirung der hieher gehörigen Pflanzengruppen dienen. Bei den Lebermoosen (s. umstehende Fig. 239, eine **Jungermannia** vorstellend) sind die Sporangien in der Regel kugelige Kapseln, die auf einem zarten Stiel aus becherförmigen, am Stengel ansitzenden oder auf besonders gestalteten Trägern zu mehreren beisam=

239.



240.



menstehenden Hüllen (Fig. 239 a.) sich erheben und bei der Reife in vier Klappen aufspringen. Das Innere dieser Kapseln enthält nebst den Sporen die sogenannten Schleudern (Elateres, s. Fig. 239. *), bestehend aus einer schlauchförmigen Zelle, in deren Wand eine Spiralfaser verläuft, welche durch ihre Elasticität das Ausstreuen des Sporenpulvers befördert.

Die kapselartigen Keimfrüchte der eigentlichen oder Laubmoose werden ebenfalls von einem Stiel getragen, der am Ende des Stengels oder seiner Aeste aufsitzt, und wegen seiner Zähigkeit und Elasticität bei geringer Dicke Borste (Seta) heißt (s. Fig. 240 b.); die sehr kurze dünnhäutige Scheide, welche den Grund der Borste umgibt, wird das Scheidchen (vaginula) genannt (Fig. 240 a.). Die Mooskapsel oder Büchse (theca, Fig. 240 c.) ist länglichrund, glocken- oder walzenförmig und an ihrem obern, meist abgestutzten Ende mit dem Deckel (operculum, Fig. 240 d.) verschlossen, welcher bald flach, bald in der Mitte genabelt oder mit einer schnabelartigen Verlängerung versehen, bald mehr oder weniger kegelförmig erhaben ist. Auf dem Scheitel der Kapsel, und dieselbe mehr oder weniger einhüllend, sitzt das Mützchen (calyptra), welches ursprünglich mit dem Scheidchen zusammenhing, und gleich diesem von dünnhäutiger Beschaffenheit ist; es erscheint bald, wie in der Abbildung, schief und an der Seite aufgeschlitzt, bald glockenförmig und unten gerade abgestutzt, und trägt bei einigen Gattungen eine charakteristische Haarbekleidung, welche z. B. beim Widerthon (Polytrichum) zottig und abwärtsgerichtet ist. Bei der Reife der Mooskapsel fällt erst das Mützchen ab, dann öffnet sie

sich durch Abspringen des Deckels und entläßt das ihr Inneres erfüllende Sporenpulver. Die obere Mündung der Büchse zeigt aber bei den meisten Moosen noch eine besondere Organisation, indem sie von einem Kreis von 4, 8, 16 oder 32 Zähnen umgeben wird, welche, aus erhärtetem Zellgewebe gebildet, durch ihre Elasticität offenbar das Abstoßen des Deckels und die Ausbildung der Sporen befördern. Dieser Mündungsbesatz oder Peristom ist für die verschiedenen Gattungen der Moose nach der Zahl und Beschaffenheit seiner Zähne ganz charakteristisch, daher diese vorzugsweise nach den freilich nur unter dem Mikroskop wahrnehmbaren Verschiedenheiten dieser zierlichen Bildungen unterschieden werden.

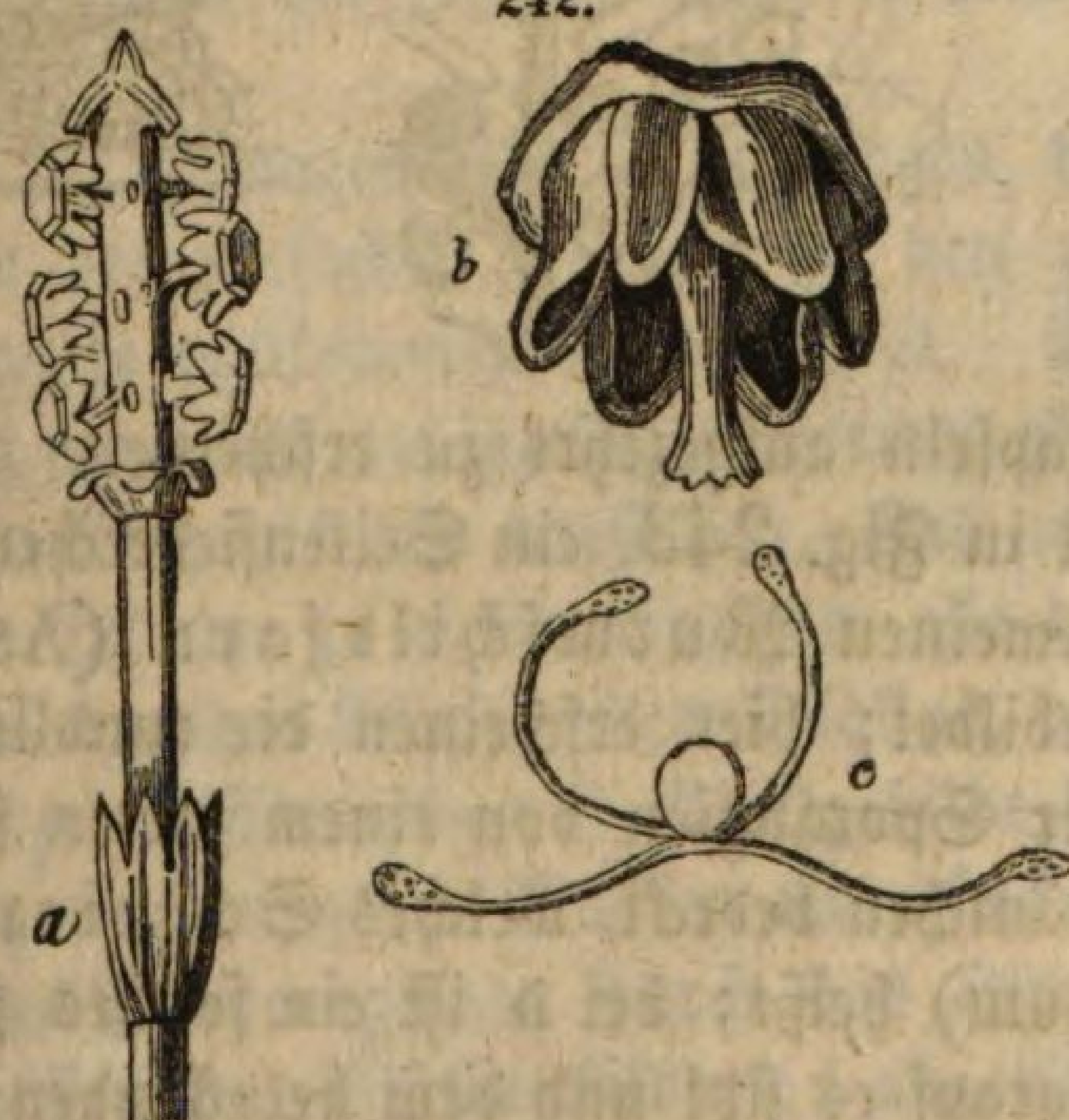
Bei der dem Aeußern nach den Moosen ähnlichen Gattung Bärlapp (Lycopodium), welche aber durch ihre andern Charaktere sich den Farnkräutern anreiht, sind die Sporangien rundliche oder nierenförmige, durch eine Querspalte aufspringende Kapseln (Fig. 241 a.); sie sitzen in den Achseln der obern Blätter und nicht selten erscheinen die die Keimfrüchte tragenden Astspitzen als gestielte oder sitzende Fruchtähren. Das Keimkornpulver des Bärlapps, welches unter dem Namen „Hexenmehl oder Blitzpulver" bekannt ist, zeigt sich unter hinlänglicher Vergrößerung aus mehrseitigen, auf der Oberfläche warzig-körnigen Sporen gebildet (Fig. 241 b.).

241.



Eine andere ganz eigenthümliche Form der Sporangien erscheint bei den ebenfalls den Farnkräutern sich zunächst anschließenden Schafthalmen (Equisetum). Hier sitzen nämlich auf der Spitze der gegliederten und an den Gliederungen mit gezähnten Scheiden umgebenen Stengel zapfenartige Fruchtstände (Fig. 242 a.), die aus einer Anzahl schildförmiger, vor der Reife dichtaneinanderschließender Schuppen bestehen; betrachtet man eine davon isolirt (Fig. 242 b.), so zeigt sie auf der Unterseite einen Kreis von nach innen zu aufspringenden, mit dem Sporenpulver erfüllten Säckchen. Jede einzelne Spore wird von zwei sich kreuzenden, an beiden Enden etwas verdickten Spiralfäden umgeben, welche vermöge ihrer bedeutenden Hygroscopicität dieselbe im feuchten Zustande dicht umwickeln, beim Austrocknen aber sich aus-

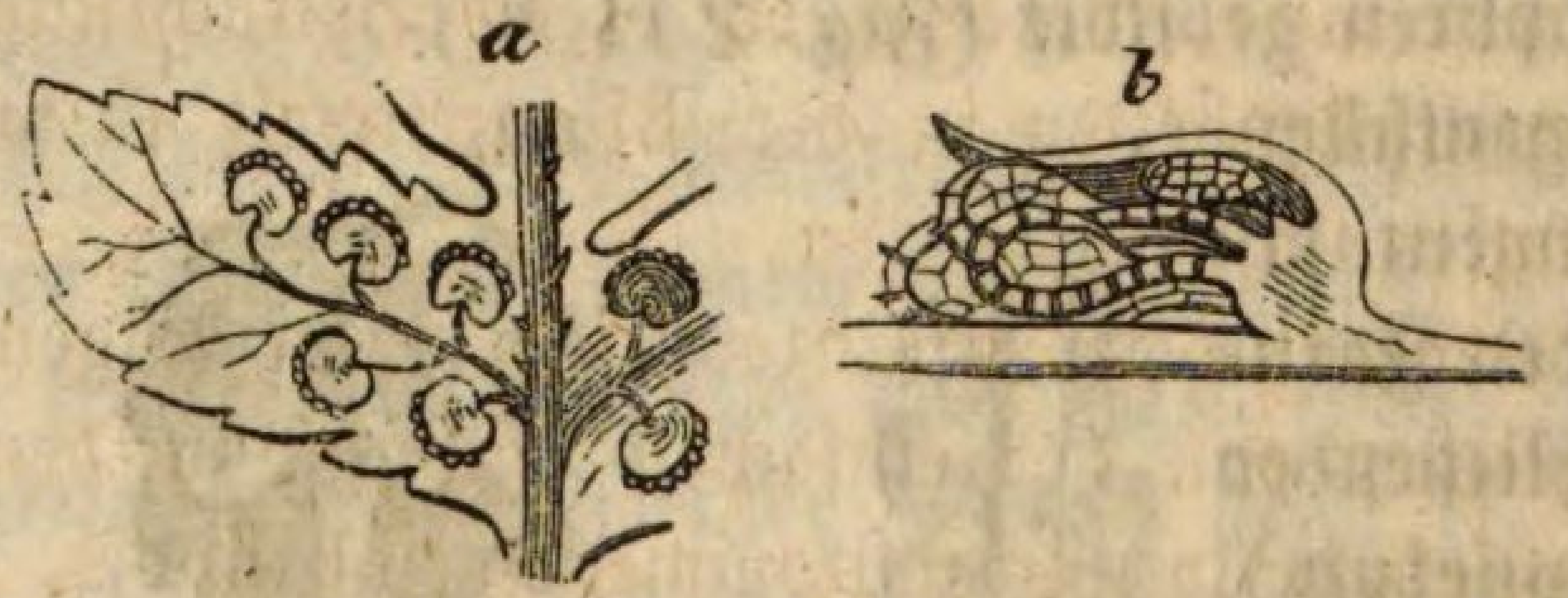
242.

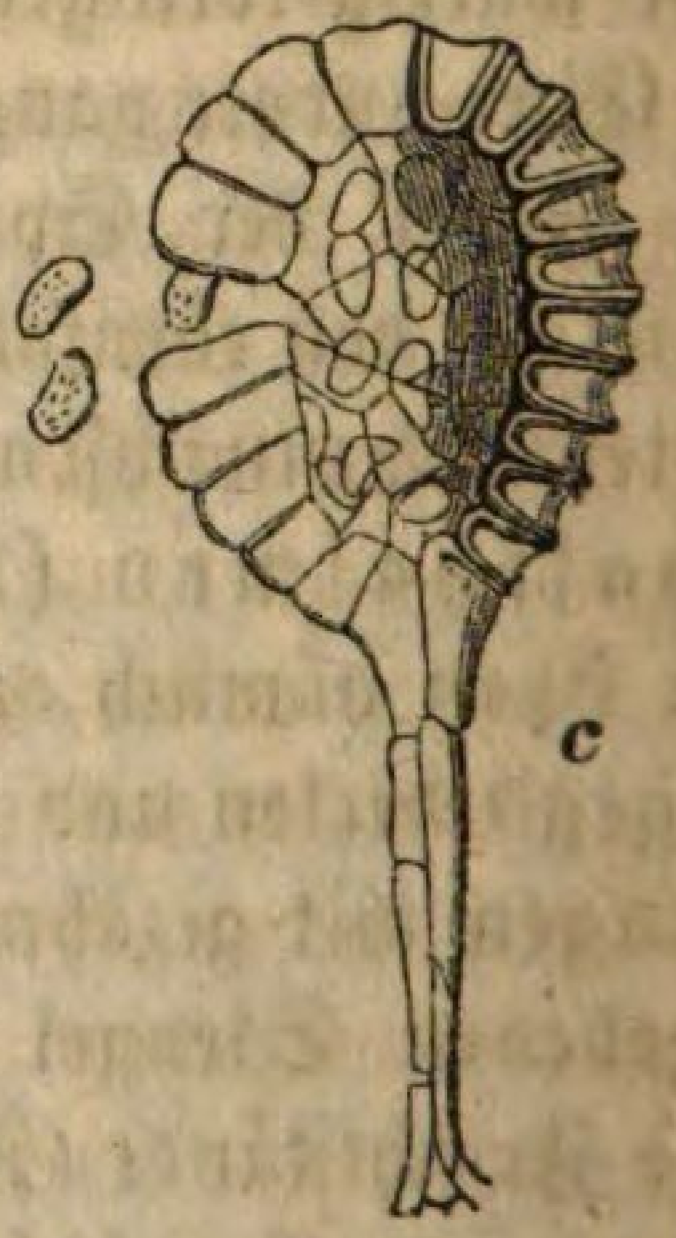


sperren und zurückkrümmen; hierdurch wird die merkwürdige Erscheinung veranlaßt, daß dieses Sporenpulver bei wechselnder Feuchtigkeit, wie man sie z. B. durch Anhauchen hervorbringen kann, in lebhaft hüpfende Bewegungen geräth, ein Vorgang, der offenbar beim Ausstreuen dieser Sporen wesentlich mitwirkt.

Für die eigentlichen Farnkräuter endlich oder die Laubfarne, wie sie wegen vorherrschender Flächenentwickelung der Blätter genannt werden, ist die Stellung der Keimfrüchte auf der Rückseite der häufig vielfach zertheilten Blätter oder Wedel charakteristisch; sie sind dort stets in größerer Anzahl zu rundlichen oder streifenartigen Ansammlungen zusammengedrängt, in denen man die einzelnen Käpselchen mit bloßem Auge kaum wie kleine Kernchen erkennt, und welche Häufchen (sori) genannt werden. Bald erscheinen diese Häufchen punktförmig oder rundlich, bald linienförmig, bald auf der (untern oder hintern) Fläche des Laubs zerstreut, bald am Rande stehend oder ihm genähert, wonach dann die Gattungen dieser großen und interessanten Pflanzenfamilie unterschieden werden. Manchmal ist auch die ganze Fläche gleichförmig mit Käpselchen überzogen, oder ganze Theile des Laubs sind von ihnen bedeckt, und pflegen dann nicht flächenartig ausgebreitet, sondern im Umriß verschmälert gleichsam in ihrer Substanz von den

243.





Kapseln aufgezehrt zu erscheinen. Als Beispiel ist in Fig. 243. ein Seitenfiederchen von unserm gemeinen Wurmschildfarn (Aspidium) abgebildet; hier erscheinen die rundlichen Häufchen der Sporangien von einem zarten schildförmigen Häutchen bedeckt, welches Schleierchen (indusium) heißt; bei b ist ein solches Häufchen nebst dem Blattfragment, worauf es sitzt und dem bedeckenden Schleierchen im Durchschnitt und vergrößert dargestellt; man erkennt so, daß es aus einer Mehrzahl von gestielten Käpselchen (Keimfrüchten) besteht, deren eines bei c stärker vergrößert gebildet ist; über den Scheitel des Käpselchens läuft ein kammartiger Streif breiter starkwandiger Zellen, welcher vermöge seiner Elasticität bei der Reife die Kapsel durch einen Seitenspalt aufreißt, so daß die darin enthaltenen staubfeinen Sporen herausfallen können;

diese Bildung ist bei der Mehrzahl der Farngattungen, wenn auch nicht bei allen in gleich ausgezeichneter Weise vorhanden, doch kann das Vorhandenseyn kapselartiger, zweiklappig aufspringender, auf dem Laub aufsitzender Sporangien als charakteristisch für diese ganze Familie, welche die höchstorganisirte unter den Cryptogamen ist, gelten.

§. 14. Allgemeine Schlußbemerkungen zur Morphologie.

Wir haben im Bisherigen die unendliche Mannichfaltigkeit der Gestaltung, Bildung und Anordnung der Pflanzenorgane, freilich nur nach ihren Hauptzügen, im Einzelnen kennen gelernt; staunenswerth in der That und fast unerschöpflich erscheint der Formenreichthum, der sich in der unabsehbaren Reihe der Gewächse von der krustenartigen Flechte und dem unscheinbaren Moos bis zum majestätischen Baum oder der mit herrlichen Blumen geschmückten Blüthenpflanze kundgibt. Aber bei aller Mannichfaltigkeit und scheinbaren Complicirtheit des Baues ist stets das Vorhandenseyn der wesentlichen Grundorgane und der gleiche Haupttypus in ihrer Bildung nachzuweisen, wodurch es uns möglich wird, das weite Gebiet der Morphologie oder Gestaltlehre der Pflanzen gleichsam von höherem Standpunkte aus zu überblicken, und die Ergebnisse und Folgerungen dieser Betrachtung der tausenderlei Bildungsverschiedenheiten in der Pflanzenwelt in wenige allgemeine Sätze zusammenzufassen.

Zunächst fällt beim Ueberblick der Pflanzenreihe in die Augen, daß ein stufenweises Fortschreiten von der einfachen Bildung zu den zusammengesetzten und beziehungsweise vollkommenen stattfindet. Bei den Lagerpflanzen, welche in ihren ein- und wenigzelligen Formen ohne Zweifel die niedersten pflanzlichen Organismen darstellen, sind noch die sämmtlichen Grundorgane der Pflanze zu einem einzigen, alle drei Wachsthumsrichtungen in sich vereinigenden Körper: dem Thallus, verschmolzen; die Trennung in Wurzel-, Stengel- und Blattgebilde beginnt erst bei den höhern Cryptogamen, von den Moosen an aufwärts. Ueber diese erheben sich wieder die Phanerogamen durch das Hinzukommen der weitern Entwickelungsstufe der Blüthenbildung; abgesehen aber von dieser durchlaufen auch sie in ihren frühern Lebensperioden gewissermaßen eben jene tiefern Stufen der Entwickelung, indem anfangs bei dem sich bildenden Keimling die Verschiedenheit der Wachsthumsrichtungen, namentlich die abwärtsstrebende der Wurzel noch nicht hervortritt, und später das junge Pflänzchen eben nur aus den drei wesentlichen Grundorganen, nämlich Stengel, Wurzel und Blatt, in

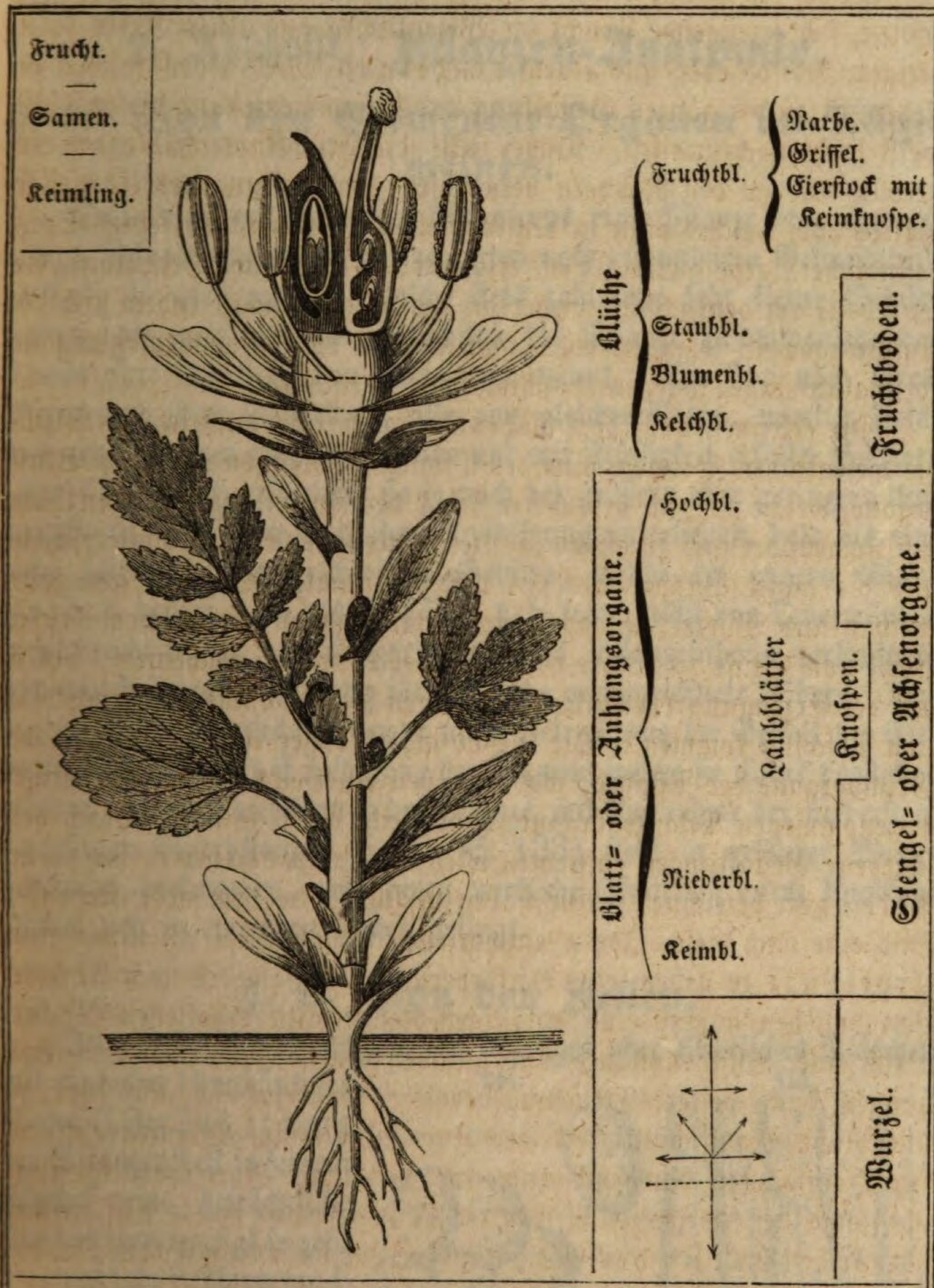
einfachster Gestalt besteht. Die vollkommene blüthen- oder fruchttragende Pflanze ist dann freilich weit mannichfacher gegliedert und dem Anschein nach in ihrer Zusammensetzung complicirter; unter Berücksichtigung jedoch dessen, was in den vorhergehenden Kapiteln über die verschiedenen Gestaltungen der Grundorgane der Pflanze und über die Entwickelung der zusammengesetzten Formen aus den einfacheren gesagt wurde, welche fast stets durch eine ausreichende Anzahl von Uebergangs- und Zwischenstufen aus einander sich ableiten lassen, unter Berücksichtigung also der mannichfachen Umwandlungen oder Metamorphosen, deren die Grundorgane fähig sind, ergibt sich ein einfaches Schema gleichsam als Grundplan, nach welchem der Pflanzenkörper angelegt und aufgebaut ist. Versuchen wir dieses zunächst für den vegetativen Theil der Pflanze (also noch abgesehen von der Blüthenbildung) festzustellen, so zeigt sich als Grundlage des Ganzen der Stengel oder die aufwärtswachsende Achse, während die abwärtsverlängerte Wurzel die Verbindung mit der Erde und die Befestigung der Pflanze in ihr vermittelt; die Blätter aber stehen in regelmäßiger Anordnung als peripherische oder Anhangsorgane rings am Umfang der Achse. Wir können je nach der Ausbildungsstufe beider fast stets die folgenden Regionen an der Pflanze mehr oder weniger deutlich unterscheiden: 1) der Niederblattstengel, der, wo er vorhanden ist, als wurzelartiges Rhizom oder verkürzt und verdickt als Knolle und Zwiebelscheibe erscheint; die Niederblätter, welche nur den Vaginaltheil des Blatts darstellen, sind durchgängig schuppen- oder scheidenartig, mit breiter Basis ansitzend, und fast nie grün gefärbt; — 2) der Laubblattstengel, der auch verkürzt vorkommt (s. oben S. 22. Fig. 22.), meistens aber durch Streckung seiner Glieder hauptsächlich die Längendimension der Pflanze bestimmt; so bildet er namentlich ausschließlich den strauch- und baumartigen Holzstamm mit seinen Verzweigungen, und überhaupt den fast stets an Masse überwiegenden eigentlich beblätterten Theil der Pflanze; an den Laubblättern pflegt vorzugsweise die Blattspreite ausgebildet zu seyn, daher eben hier die mannichfachen charakteristischen Blattformen hervortreten, welche aber nicht selten an den beiden Gränzen dieser Region Uebergänge in die vorhergehenden und nachfolgenden Bildungstypen zeigen; — endlich 3) der Hochblattstengel, welcher die Blüthenstiele trägt, und mit diesen zusammen den Blüthenstand ausmacht, wenn überhaupt ein solcher gesondert unterschieden werden kann; die Hochblätter entsprechen wieder in ihrer einfachen Gestalt dem Scheidentheil des Blatts, durch ihre oft zarthäutige Beschaffenheit, Färbung und Hinfälligkeit weisen sie auf die darauffolgende höhere Entwickelungsstufe der Blüthenbildung hin. Uebrigens

geht aus dem oben bei der Lehre vom Stengel und bei der von den Knospen Gesagten hervor, daß Alles, was vom Stengel gilt, auch auf die Aeste und Zweige, sofern sie nicht Blüthenstiele sind, seine Anwendung findet, indem sie nichts Anderes als Nebenachsen, Wiederholungen der Hauptachse darstellen, welche ihre Entstehung der Entwickelung der in den Blattachseln vorhandenen Knospen verdanken.

Die Blüthe besteht trotz des oft so eigenthümlich veränderten Ansehens ihrer Theile doch lediglich aus denselben Elementen, wie der vegetative Theil des Pflanzenkörpers, nämlich aus Stengel- und Blattorganen. Erstere, welche die unmittelbare Fortsetzung des die Blüthe stützenden Blüthenstiels sind, erscheinen in der Blüthe verhältnißmäßig wenig entwickelt; sie bilden die oft als kegel- oder scheibenförmiger Blüthenboden sich darstellende Blüthenachse, welche meist eben nur als Befestigungspunkt für die übrigen blattartigen Organe dient und nur selten, wie bei der Erdbeere und wieder beim Storchschnabel, eine bedeutendere Ausbildung erlangt. Daß die in Quirle geordneten Hüllorgane der Blüthe, nämlich Kelch und Blume, sowie das Perigon blattartige Gebilde sind, bedarf wohl keines Beweises; nur darauf ist bei dieser Gelegenheit hinzuweisen, daß die Kelchblätter mehr dem Scheidentheil, die Blumenblätter dagegen der Blattspreite zu entsprechen scheinen. Abweichender ist die Bildung bei den Staubgefäßen; doch ergibt sich auch hier, wenigstens bei manchen Formen derselben, ungezwungen die Vergleichung mit dem Blatt und seinen Theilen, wobei dann der Staubfaden dem Blattstiel, der Beutel aber der Blattspreite entsprechen würde; es wird diese Analogie aber noch direct bewiesen, erstens durch diejenigen Pflanzen, wo, wie z. B. bei der weißen Seerose, die Blumenblätter durch alle Zwischenstufen in die Staubgefäße übergehen, und zweitens durch die gefüllten Blumen. Bei diesen ist bekanntlich die Zahl der Blumenblätter beträchtlich vermehrt und zwar dadurch, daß die Staubgefäße sich entweder alle oder zum größern Theil in solche umwandeln; daher füllen sich auch eben die mit vielen Staubgefäßen versehenen Blumen, wie z. B. Rosen und Mohne, am leichtesten und vollständigsten. Bei halbgefüllten Rosen namentlich kann man alle Uebergänge der einen Bildung in die andere oft auf's Deutlichste erkennen. Uebrigens schließt sich der Kreis der Staubgefäße nach seiner zarten oft blumenartigen Beschaffenheit und Färbung, sowie nach seiner Hinfälligkeit offenbar ganz unmittelbar an den Blumenblattkreis, mit dem er ja auch oft theilweise verwächst, an, während der meist krautartige Kelch offenbar in näherer Beziehung zum innersten Kreis, dem der Fruchtblätter steht, wie auch die so häufige innige Verschmelzung beider (beim unterständigen Fruchtknoten) zur Genüge beweist. Daß

endlich auch der Stempel und die aus dessen unterem Theil, dem Fruchtknoten, sich erzeugende Frucht im Wesentlichen aus einem Kreis blattartiger Gebilde oder aus einem einzelnen Glied eines solchen bestehen, ist an der ganzen Gestaltung und Zusammensetzung dieser Theile meist leicht nachzuweisen. Dabei stellt die Fruchtknotenhöhle die eingerollte und an den Rändern verwachsene Ausbreitung des Carpellarblattes vor, welches oben in den Griffel und die meist an seiner Spitze befindliche Narbe ausläuft; oft erscheint die eigentliche Bedeutung dieser Theile am deutlichsten wieder an der reifen Frucht, indem hier das Aufspringen in Klappen eben nach den in die Zusammensetzung ursprünglich eingegangenen Fruchtblättern stattfindet.

Wir erkennen nach dem bisher Gesagten also auch in der Blüthe die wesentlichen Grundorgane der Pflanze, vorzugsweise aber Blattorgane, welche zu dem besondern Zweck der Fortpflanzung eigenthümlich umgebildet und zu einem Ganzen concentrirt sind. Somit erscheint uns die ganze Pflanze als ein nach bestimmten Gesetzen geregelter Aufbau aus Wurzel, Stengel- und Blattorganen, in welchem letztere Beide von Stufe zu Stufe vollkommener entwickelt erscheinen, bis sie mit der Erzeugung der Anlage des neuen Individuums im Fruchtblatt zum Abschluß kommen. Die Gesammtheit dieser Umwandlungen der Grundorgane der Pflanze, wodurch eben einerseits die im Bisherigen angenommenen Pflanzenorgane, andrerseits deren so mannichfach verschiedene Gestaltungen entstehen, wird als die **Metamorphose der Pflanzen** bezeichnet. Wir haben versucht, in dem nebenstehenden Bild eine nach diesen Ideen entworfene schematische Darstellung einer **Urpflanze** zu geben, eine Verkörperung gleichsam des nach Abstraction von den äußern und zufälligen Kennzeichen erhaltenen Grundplans einer Blüthenpflanze, und glauben, daß dieselbe nach dem Bisherigen keine weitere Erklärung bedarf. So zeigt sich also hier die unendliche Mannichfaltigkeit der Formbildung im Pflanzenreich auf einen einfachsten Ausdruck und eine bestimmte Norm zurückgeführt, und somit der Zweck erreicht, den die **Morphologie** als Wissenschaft anzustreben hat: **in der Mannichfaltigkeit der Formen die Einheit des Gesetzes zu erkennen und auszusprechen.**


Frucht.
—
Samen.
—
Keimling.
Narbe.
Griffel.
Eierstock mit
Keimknospe.
Fruchtbl.
Blüthe
Staubbl.
Blumenbl.
Kelchbl.
Fruchtboden.
Hochbl.
Blatt= oder Anhangsorgane.
Laubblätter
Knospen.
Stengel= oder Achsenorgane.
Niederbl.
Keimbl.
Wurzel.

Urpflanze.

2. Abschnitt. Pflanzen-Anatomie.

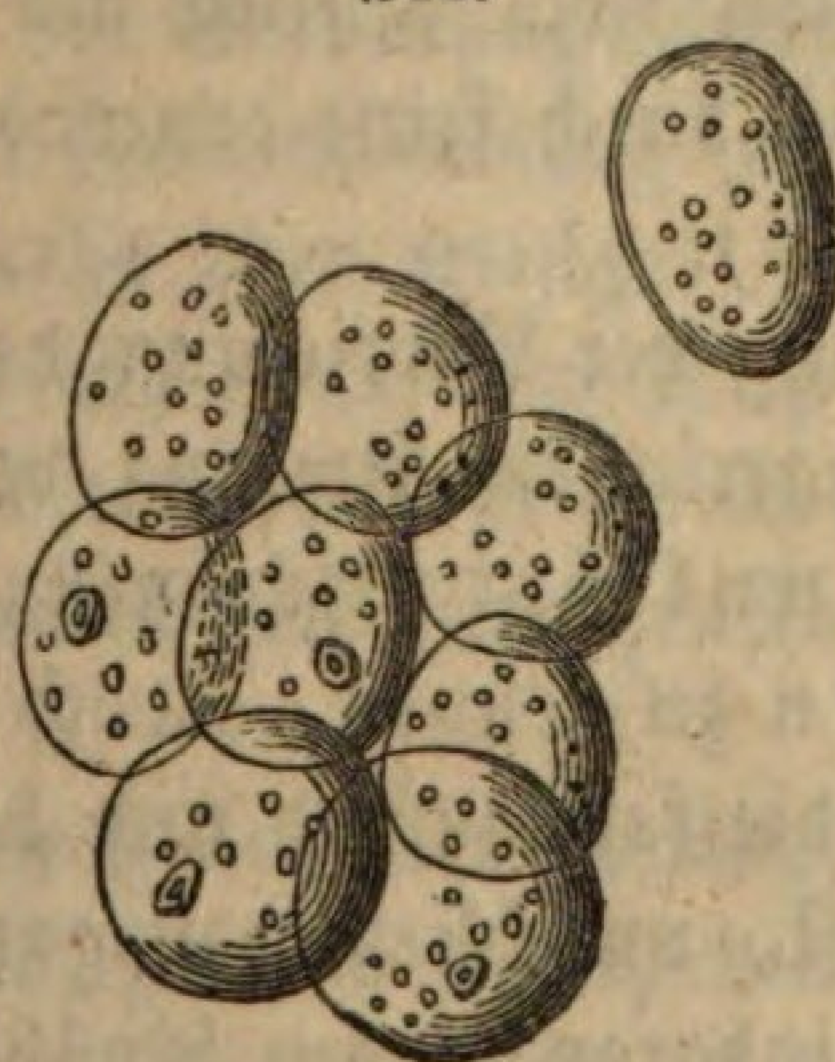
§. 1. Von den Elementar=Organen im Allgemeinen.

Wenn man mit Hülfe des Mikroscops eine Pflanze oder ein einzelnes Pflanzenorgan bis in die letzten noch erkennbaren Bestandtheile zerlegt, so wird man als solche stets zahlreiche sehr kleine Gebilde finden, die man als die einfachsten die Pflanze zusammensetzenden Theile ihre Elementar=Organe nennt. Sie sind nach ihrem Wesen und ihrer Entstehung alle von gleicher Natur, nämlich kleine aus einer dünnen Haut bestehende und mit Flüssigkeit erfüllte Säckchen (Zellen); doch erscheinen sie je nach der größern oder geringern Umwandlung, der sie im Lauf ihrer Ausbildung unterliegen, bald als einfache schlauchförmig geschlossene Gebilde, welche im engern Sinne Zellen heißen, bald als Gefäße, d. h. feine, nicht von Querwänden unterbrochene, in der Längsrichtung des Pflanzentheils verlaufende und durch besondre Bildung ihrer Wände ausgezeichnete Röhren. Wir beginnen der Deutlichkeit wegen unsre Betrachtung der Gestalt der Elementar=Organe mit Schilderung der Formen, welche sie isolirt darstellen würden, obgleich dieselben in der Pflanze, mit Ausnahme der niedersten, einzelligen Lagerpflanzen (s. ob. S. 123) stets in größerer Menge vereinigt vorkommen, und deren wirkliche Isolirung durch künstliche Mittel nur in einzelnen Fällen gelingt.

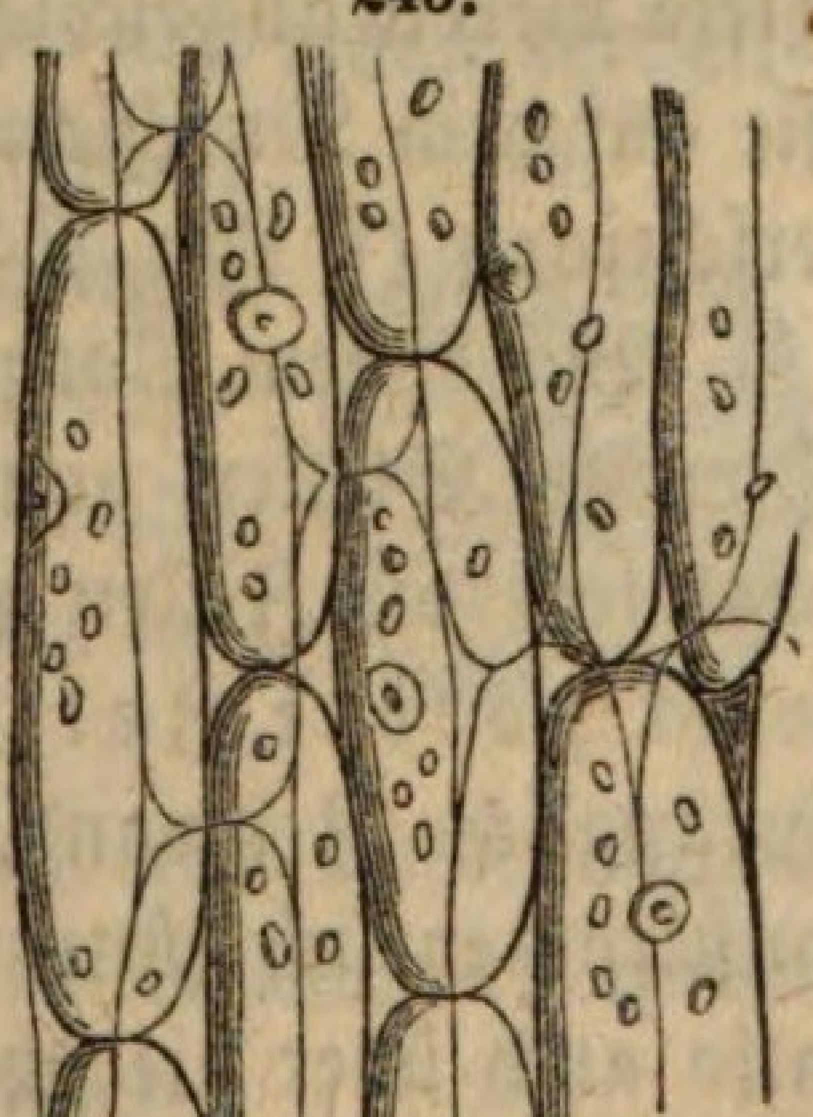
§. 2. Von den Zellen.

Jede Zelle ist ursprünglich ein kugeliges oder elliptisches Bläschen mit einfacher dünnhäutiger Wand (s. Fig. 244.); wenn der Pflanzentheil in seinem Wuchs eine beträchtliche Längsdehnung zeigt, so geht die rundliche Zellform durch die schlauchförmige (Fig. 245.) in die gestreckte über, wobei der Längsdurchmesser den Querschnitt oft sehr beträchtlich übertrifft, und die Zelle als eine feine Röhre mit zugespitzten Enden erscheint.

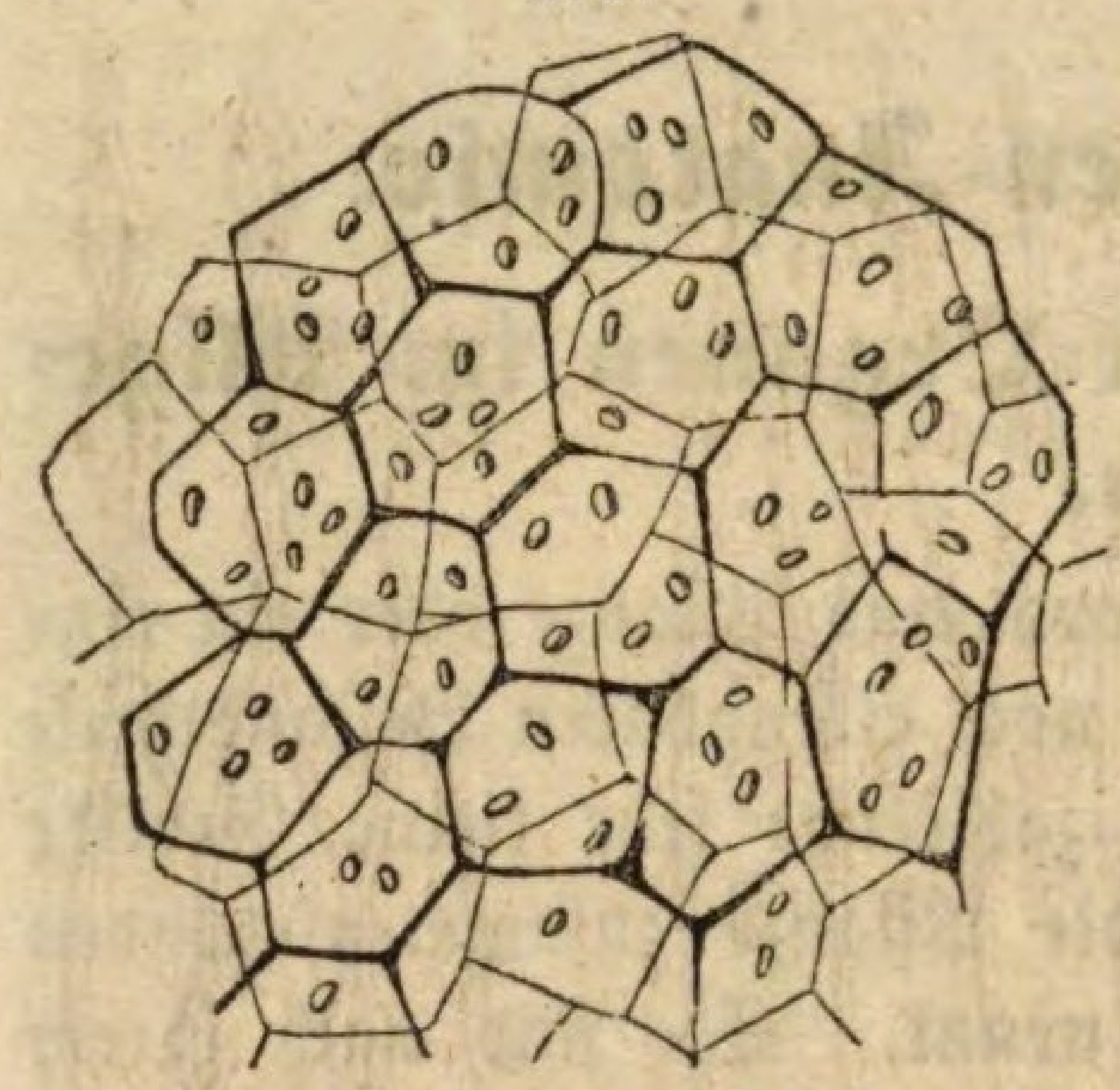
244.



245.



246.



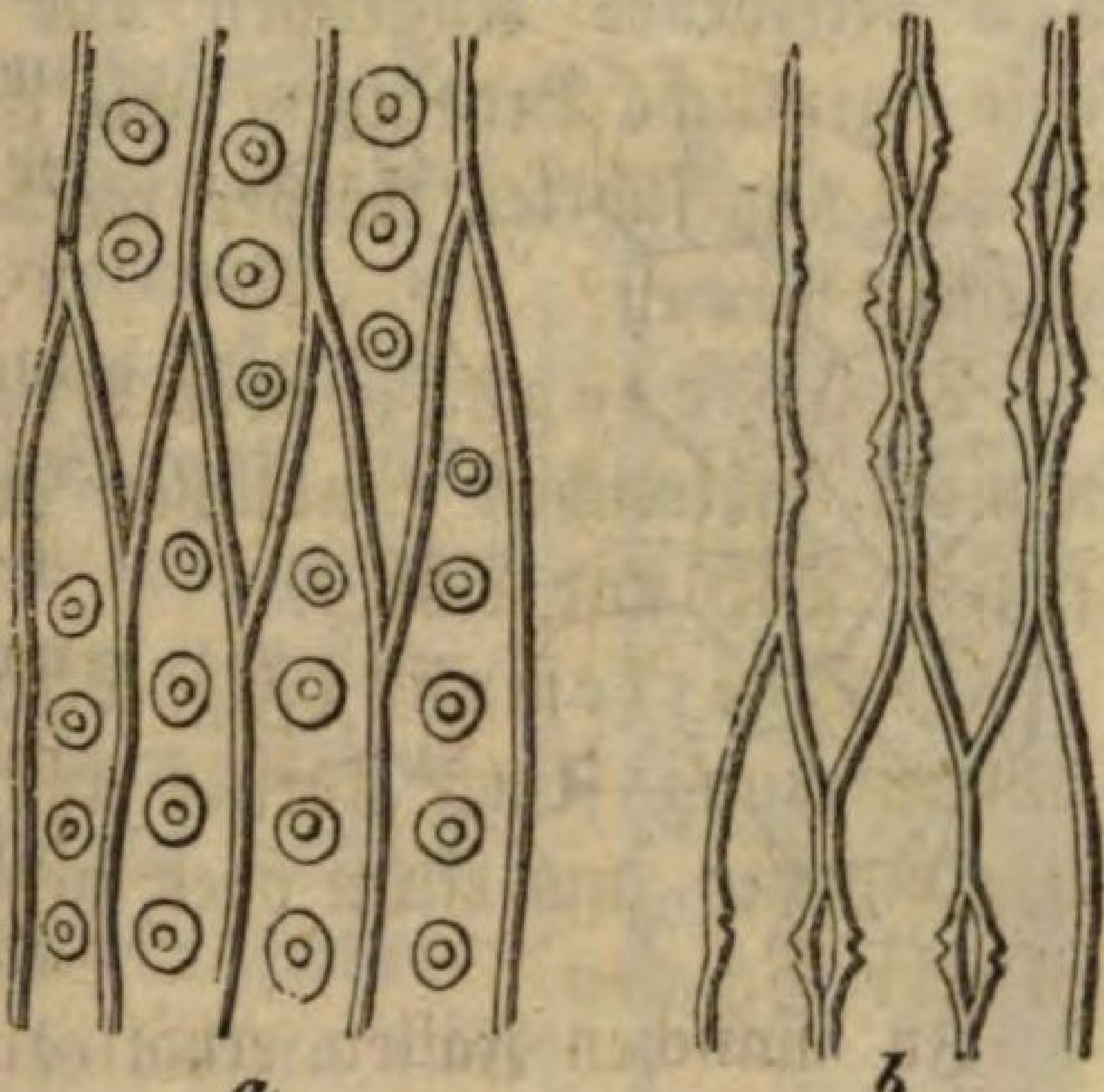
Da die Zellen in den meisten Fällen in größeren Massen zusammengedrängt vorkommen, so nehmen sie durch den gegenseitigen Druck in der Regel eine mehrseitige Gestalt an, und erscheinen daher auf einem Querdurchschnitt als 4—6eckige Figuren (s. Fig. 246.), wonach man sie sich also als vielflächige Körper zu denken hat, die aber wohl fast nie eine regelmäßig mathematische Gestalt besitzen.

In manchen Fällen erhält auch die Zelle durch ein nach gewissen Richtungen vorherrschendes Wachsthum eine sehr abweichende Gestalt, indem an ihrem Umfang buchtige Ausbiegungen oder selbst cylindrische Vorsprünge entstehen, wie z. B. letzteres im Mark des Binsenhalms (s. unten Fig. 257.) der Fall ist.

Die ursprünglich aus einem einfachen und homogenen Häutchen gebildete Zellwandung erleidet häufig im Verlauf ihres weitern Wachsthums Umänderungen, wodurch ihre Consistenz und ihr äußeres Ansehen wesentlich modificirt werden. Zunächst erscheint die Zellwandung verdickt, und dieß manchmal in solchem Grade, daß ihre innere Höhlung beträchtlich verengert wird, wie das namentlich an den gestreckten Zellen zu sehen ist, welche die sogenannte Holzfaser, der Masse nach den Hauptbestandtheil des Holzes, bilden, welche Beschaffenheit offenbar die Härte und Zähigkeit des letztern bedingt. Diese Verdickung der Zellwand geschieht durch Ablagerung von fester Substanz aus dem eingeschlossenen Zellsaft und zwar schichtenweise von innen her, so daß sich die Zellhöhle immer mehr und mehr verkleinert. Oft sind auch diese Verdickungsschichten noch deutlich als solche zu erkennen, indem sie auf dem Durchschnitt durch feine concentrische Kreislinien geschieden erscheinen (s. Fig. 248.).

Bei diesem Vorgang der Verdickung der Zellwand bleiben oft bestimmte Stellen von geringem Umfang von dieser Ablagerung frei, wodurch die Zellen punktirt erscheinen; man pflegt sie dann auch wohl poröse Zellen zu nennen, jedoch mit Unrecht, denn die ursprüngliche Zellwand, die fortlaufend und homogen, dabei aber freilich außerordentlich dünn ist, umschließt den ganzen Umfang und zieht sich also auch über die scheinbaren Poren hinüber. An diese Form schließt sich zunächst die für die Nadelhölzer charakteristische Bildung der getüpfelten Zellen an (s. umstehende Fig. 247.). Es finden sich

247.

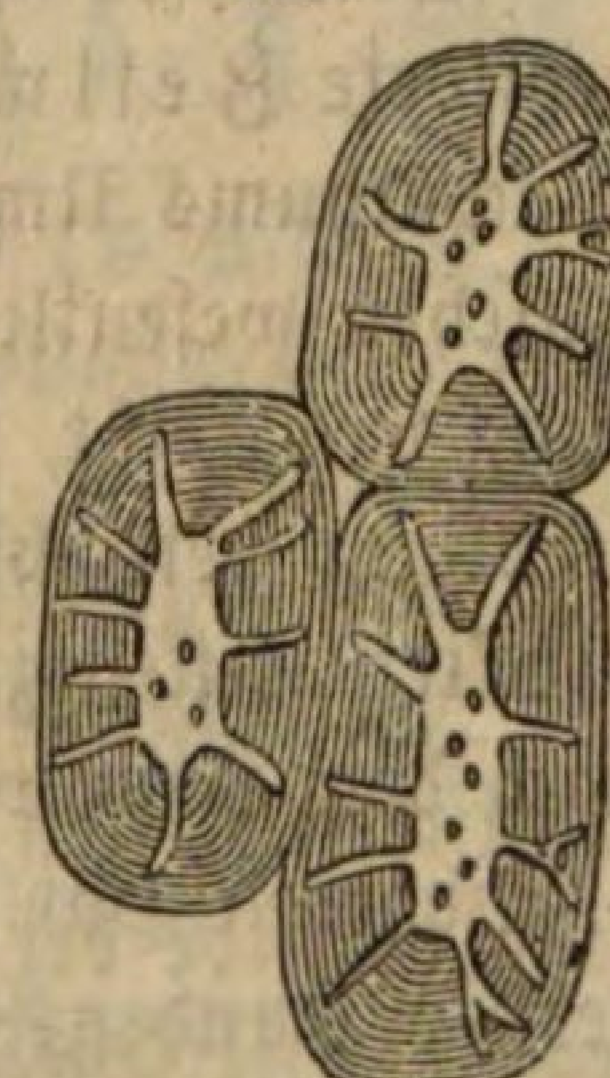


a *b*

nämlich auf den Seitenwänden der gestreckten, das Holz dieser Pflanzen bildenden Zellen reihenweis gestellte „Poren“, die von einem zweiten Kreis umschlossen sind; auf einem durch die Mitte derselben geführten Durchschnitt (Fig. 247 b.) erkennt man aber leicht, daß es nur verdünnte Stellen der Wandung sind, und daß der zweite Kreis dadurch hervorgebracht wird, daß an den entsprechenden Stellen die benachbarten Zellenwände sich nicht unmittelbar berühren, sondern unter Freilassung eines linsenförmigen Zwischenraumes auseinander weichen.

Bei Zellwandungen, welche durch Anlagerung vieler Schichten sehr beträchtlich verdickt sind, erscheinen die freibleibenden Stellen als **Tüpfelkanäle**, nämlich als feine Röhrchen, welche sämmtliche Schichten mit Ausnahme der äußersten, aus der ursprünglichen Zellwand gebildeten durchdringen; die nebenstehende Abbildung (Fig. 248.) stellt eine kleine Gruppe solcher mit Tüpfelkanälen versehenen Zellen aus dem erhärteten Theil einer sogenannten „steinigen“ Winterbirne vor; dabei ist zu bemerken, daß die Tüpfelkanäle benachbarter Zellen stets aufeinander treffen, woraus zu schließen ist, daß ein wesentlicher Nutzen dieser Bildung darin besteht, die Möglichkeit freier Communication des Saftes unter den anliegenden Zellen auch bei sehr beträchtlicher Dicke der Wandungen zu erhalten.

248.



Trifft die Ablagerung der Verdickungsschichten nur einen verhältnißmäßig geringen Theil der Zellenwandung, so erscheint sie stets in regelmäßiger mehr oder weniger spiraliger Gestalt, und so entstehen die **Spiral-** und **Netzfaserzellen**, die übrigens, wie die nebenstehende Abbildung (Fig. 249.) zeigt, durch mancherlei Zwischenstufen ineinander übergehen.

249.



Der Inhalt der Pflanzenzelle ist ursprünglich und in der Regel Saft; von festen oder halbfesten Stoffen, die in bestimmter Form sich in den Zellen häufiger vorfinden, sind zu nennen:

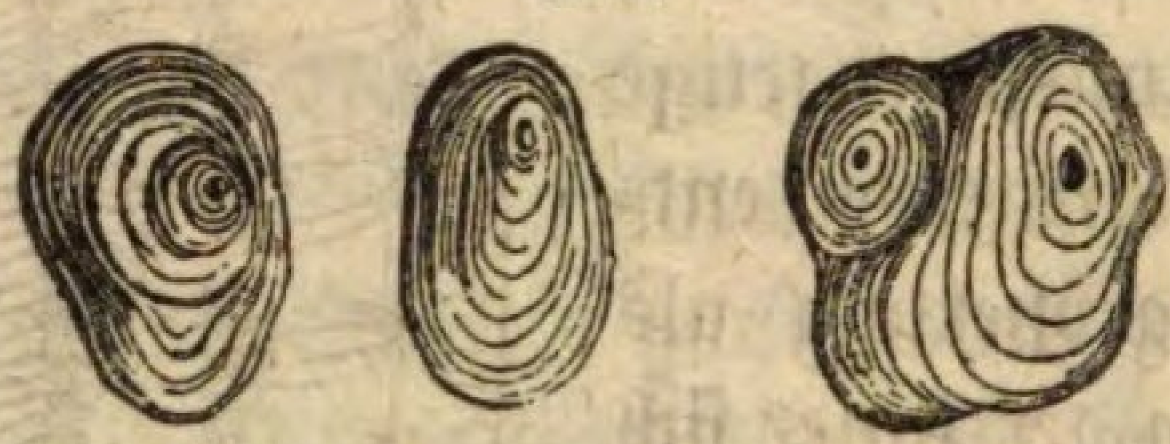
1) Der **Zellkern** oder **Cytoblast** (s. Fig. 244 und 245.), ein kleines halbdurchsichtiges, mit einem noch kleinern **Kernkörper**-

chen versehenes Kügelchen aus körnig-schleimiger Masse gebildet; seine eigentliche Bedeutung, wie überhaupt die sonstigen Eigenschaften der hier angeführten Körper werden in der Pflanzen-Physiologie besprochen werden.

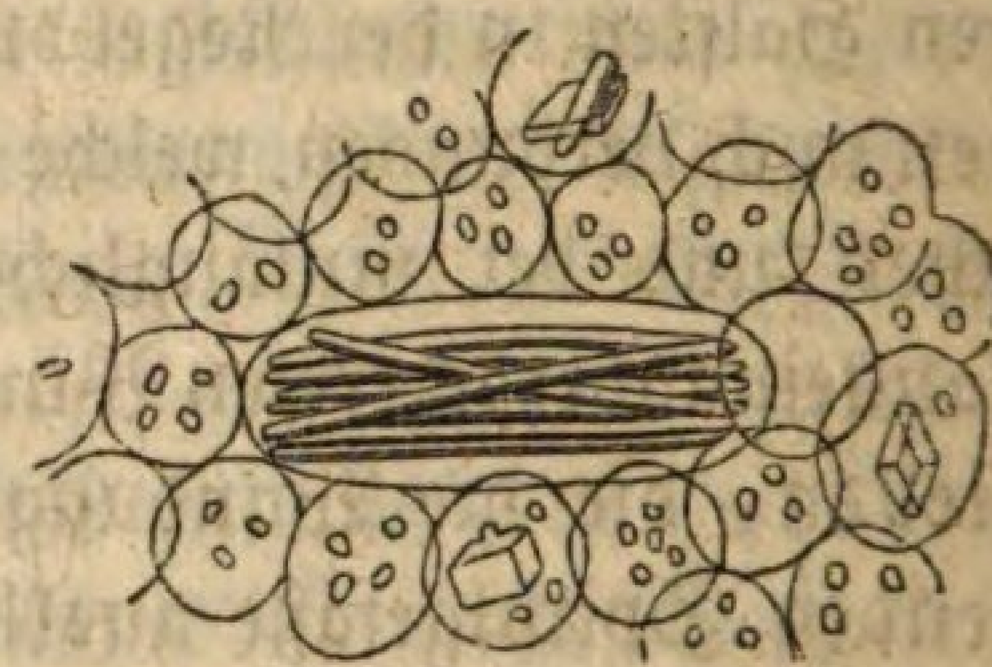
2) Chlorophyll oder Blattgrün und andere harzige Stoffe, in meist zahlreichen rundlichen oder länglichen Körnchen abgesondert (s. Fig. 245 und 246.).

3) Stärkemehl (Fig. 250.) sehr charakteristisch durch die Zusammensetzung seiner Körner aus concentrischen, aber meist ungleich ausgebildeten, um einen oder mehrere Mittelpunkte gelagerten Schichten oder Schalen.

250.



251.



Endlich 4) Crystalle (s. Fig. 251.): Oktaëder, Rhomboëder, öfter zu Crystalldrusen vereinigt oder platten-, spieß- und nadelförmig erscheinend, je nach ihrer chemischen Zusammensetzung, sie bestehen alle aus organischen oder anorganischen Salzen.

Im Allgemeinen läßt sich die durchschnittliche Größe der parenchymatischen Zellen zu $^1/_{400}$—$^1/_{500}$ Zoll im Durchmesser angeben, während derselbe bei den Prosenchymzellen nur $^1/_{1500}$ — $^1/_{2000}$ Zoll beträgt. Die Gefäße pflegen dagegen ein viel weiteres Lumen zu haben, und sind z. B. auf Querschnitt des Holzes noch mit bloßem Auge als feine Punkte zu unterscheiden.

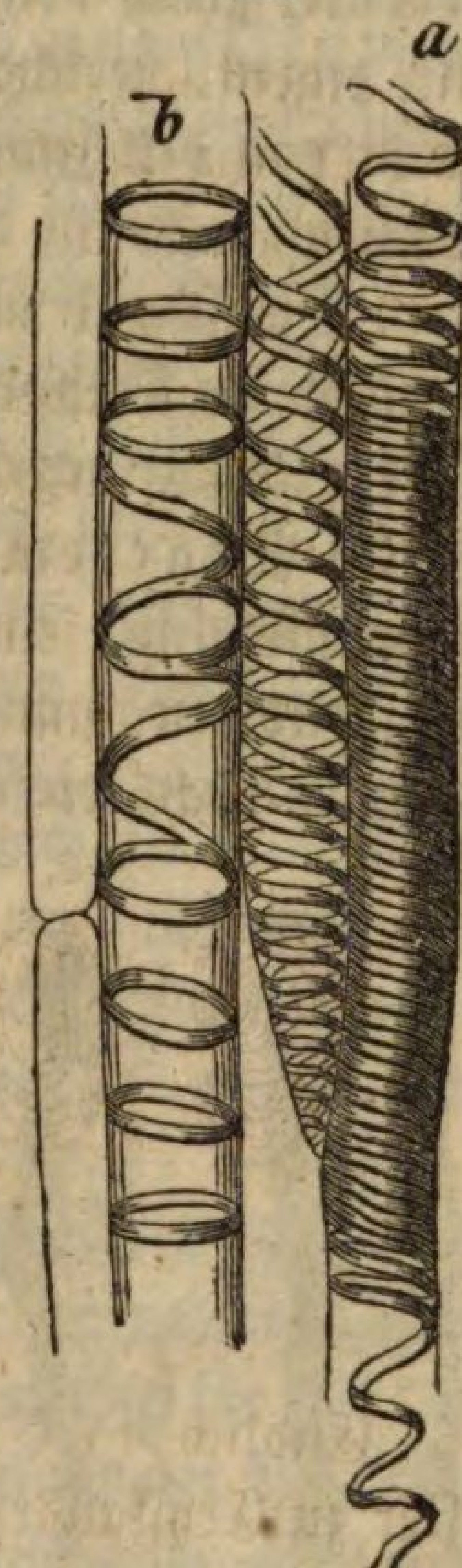
§. 3. Von den Gefäßen.

Die Gefäße der Pflanzen bilden sich aus reihenweise übereinander stehenden Zellen, indem die Zwischenwände, mit denen sie zusammenstoßen, verschwinden und so eine Röhre mit durchgehender innerer Höhlung entsteht. Zugleich erleidet die aus den Seitenwandungen der Zellen gebildete Gefäßwand eigenthümliche Umänderungen im Verlauf ihres Wachsthums, welche indeß alle auf verschiedenartiger Ablagerung der secundären oder Verdickungsschichten beruhen, und stets eine mehr oder weniger deutliche spiralige Anordnung erkennen lassen; hienach werden folgende Hauptformen von Gefäßen unterschieden:

1) Spiralgefäße (s. umstehende Fig. 252 a.). Ihre Wan-

dung scheint aus einem oder mehreren, bald rechts-, bald linksherum dicht aufgewundenen äußerst zarten Spiralfaden zu bestehen; wenn sich jedoch die Faserwindungen nicht unmittelbar berühren, so sieht man zwischen denselben ein dünnes Häutchen (die ursprüngliche Gefäßwand) ausgespannt. Es ist also die Spiralfaser aus den hier mit großer Regelmäßigkeit abgelagerten secundären oder Verdickungsschichten entstanden, welche einen fortlaufenden Faden bilden, der sogar häufig wirklich noch abrollbar ist; bricht man z. B. ein Fiederblättchen der Rose mitten entzwei, so bleiben die beiden Hälften in der Regel durch spinnenwebartige Fäden noch verbunden, welche den Blattnerven entsprechen und bei hinlänglicher Vergrößerung als die auseinandergezerrten Windungen der Faser sich darstellen, die die Wandung der die Blattnerven bildenden Spiralgefäße auskleidet.

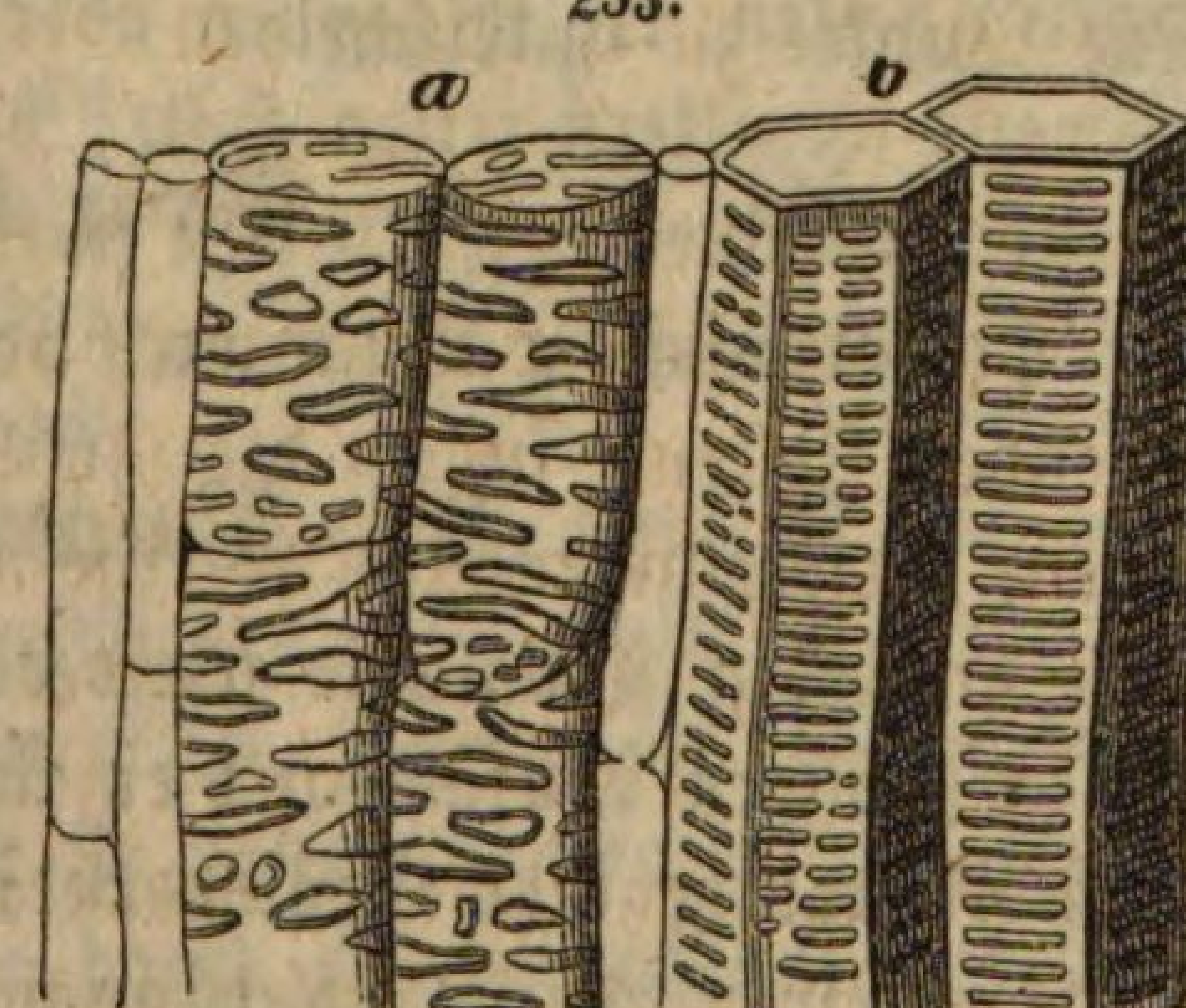
252.



2) Ringgefäße (Fig. 252 b.); hier erscheint die schlauchförmig verlängerte Gefäßhaut in weitern Zwischenräumen durch geschlossene Ringe ausgespannt, welche aber, wie die nebenstehende Figur zeigt, nicht selten durch Fragmente einer weitgewundenen Spirale zusammenhängen, wonach die Entstehung dieser Gefäßform aus der Vorigen offenbar in der Art geschieht, daß bei rascher Verlängerung des betreffenden Gefäßes die Spiralfaser in eine ihren Windungen entsprechende Anzahl von Stücken zerfällt, die sich dann zu Ringen abschließen.

3) Bei den netzförmigen Gefäßen (Fig. 253 a.) ist die Spiralfaser breit und in mehrfache, weiterhin wieder untereinander zusammenfließende Verzweigungen getheilt; es erscheinen daher die verdünnten, d. h. nur von der ursprünglichen Gefäßhaut verschlossenen Stellen als länglichrunde, meist in die Quere gedehnte, übrigens verschiedengestaltete und unregelmäßig gestellte Räume.

253.



4) Treppengefäße heißen diejenigen, deren Wandung quer-

gedehnte, gleich den Stufen einer Leiter übereinander gereihte „Spalten“ zeigen, welche aber ebenfalls nur dadurch entstehen, daß dieser Raum von den innen sich ablagernden Verdickungsschichten regelmäßig freibleibt, während außerhalb das Ganze stets von der dünnen ursprünglichen Gefäßhaut überzogen wird; an den obenstehend (Fig. 253 b.) abgebildeten Treppengefäßen ist noch ihre durch den gegenseitigen Druck hervorgerufene regelmäßig prismatische Gestalt bemerkenswerth.

5) Punctirte Gefäße sind solche, bei denen die nicht verdickten Stellen sich als kleine punctförmige „Poren“ darstellen, welche aber öfter etwas quer verlängert erscheinen, und daher dann den Uebergang zwischen dieser und der vorigen Gefäßform bezeichnen. An den nebenstehenden Abbildungen (Fig. 254.) sind auch ringförmige Einschnürungen zu erkennen, welche der Vereinigung der das Gefäß ursprünglich bildenden Zellen entsprechen; wenn das Gefäß an diesen Stellen mehr oder weniger seine Richtung ändert, wodurch es hin und her gekrümmt und öfter sogar verzweigt erscheint, so wird es rosenkranzförmig genannt (Fig. 254 b.), welche Form namentlich in den querlaufenden Gefäßen in den Stengelknoten vorkommt.

254.



Die genannten Formen der Gefäße stellen übrigens offenbar eine durch mancherlei Zwischenstufen verbundene regelmäßig aufsteigende Reihe ähnlicher Bildungen dar, und dieselben scheinen wirklich zum Theil bei ihrer Entstehung diese Stufenreihe zu durchlaufen; wenigstens finden sich die beiden erstgenannten Formen fast nur in jüngern krautartigen Theilen, die folgenden aber, namentlich Nummer 4 und 5 vorzugsweise im ältern reifen Holz; der Fall, daß ein und dasselbe Gefäß in seinen verschiedenen Theilen zweien der genannten Klassen angehört, findet sich ebenfalls, wenn auch verhältnißmäßig selten.

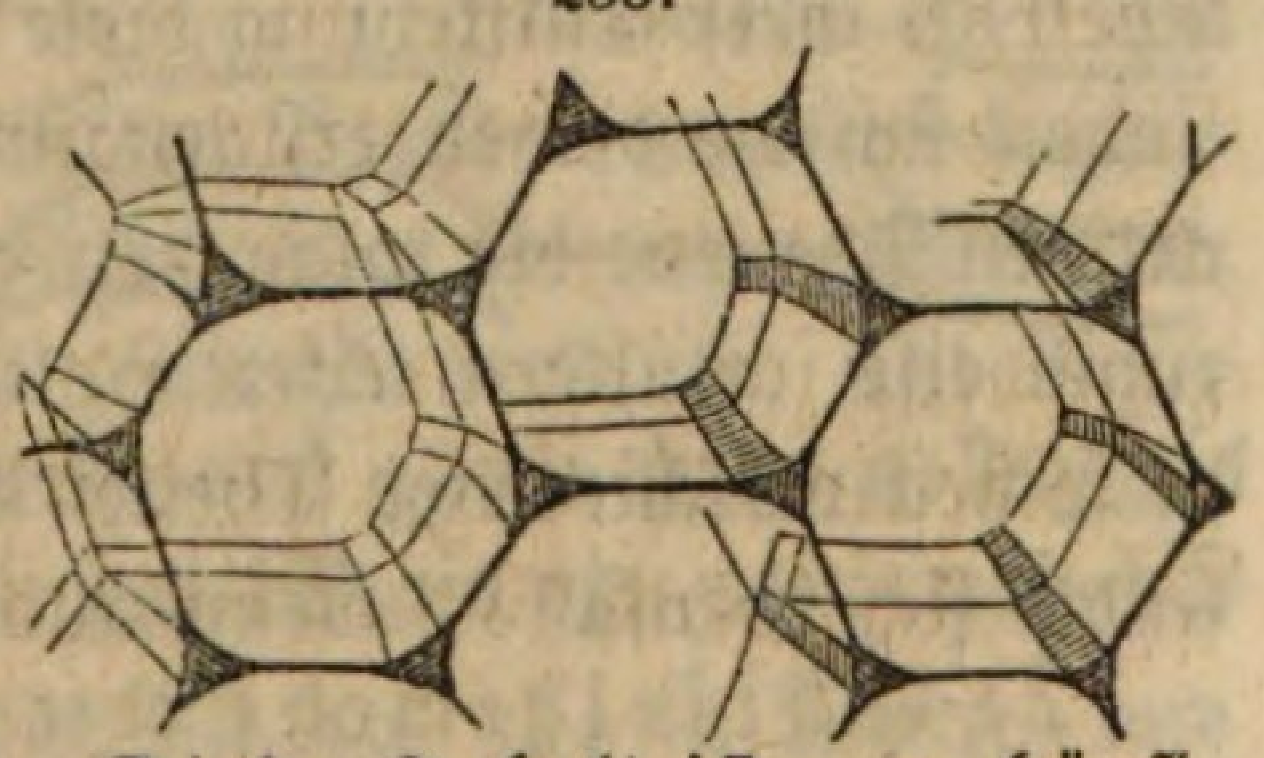
§. 4. Vom Zellgewebe.

Die Zellen sind, wie schon oben bemerkt wurde, in der Pflanze stets zu größern Massen in der Art inniger vereinigt, daß eben durch ihre Verbindung ihre Gestalt bedingt wird; solche aus einer großen Menge regelmäßig zusammenhängender Zellen bestehende Massen werden als Zellgewebe bezeichnet. Die ursprüngliche Gestalt der Zellen als rundliche oder länglichrunde Bläschen erhält sich aber im Zellgewebe nur dann, wenn der Zusammenhang ein sehr lockerer ist; da-

her wird diese besonders in saftig-fleischigen Theilen und bei den Lagerpflanzen vorkommende Modification gewöhnlich unvollkommenes Zellgewebe genannt. Ist dagegen die Verbindung inniger, so flachen sich die Wandungen durch gegenseitigen Druck ab und erscheinen als mehr oder weniger geradlinige einfache Scheidewände, daher man den Durchschnitt eines solchen vollkommenen Zellgewebes nicht unpassend mit den Zellen der Bienen verglichen hat; daß jedoch auch hier jede Zelle ein geschlossenes Bläschen bildet, und folglich auch alle Scheidewände aus zwei zu verschiedenen Zellen gehörigen, aber innig verschmolzenen Platten oder Schichten bestehen, das läßt sich in manchen Fällen leicht und unzweifelhaft nachweisen; so z. B. trennen sich bei den sogenannten „mehligen" Kartoffeln durch die Einwirkung des Kochens die vorher innig vereinigten Zellen so vollständig von einander, daß eine jede, ihren schleimigen Inhalt einschließend, isolirt wird, und eben dadurch das Ansehen entsteht, als sey die ganze Masse in lose Körnchen aufgelöst.

Ein anderer Beweis für das Zusammengesetztseyn des Zellgewebs aus geschlossenen Bläschen ist das Vorhandenseyn der sogenannten Zwischenzellen- oder Intercellulargänge, welche für die dem Zellgewebe zukommenden Lebensverrichtungen von besonderer Bedeutung sind. Wenn nämlich der gegenseitige Druck der Zellen im Zellgewebe nicht sehr stark ist, so werden sie an den Ecken nicht vollkommen ineinandergreifen, und es bilden sich demzufolge längs der Kanten dreiseitige Kanäle, die aber keine eigene Wandung besitzen, sondern nur von den auseinanderweichenden Wänden der dort zusammentreffenden Zellen begränzt sind. Dieses sind eben die Intercellulargänge (s. Fig. 255.); wo sie in einem Zellgewebe vorhanden sind, bilden sie offenbar ein die ganze Masse durchziehendes Netz feiner Kanälchen, dessen Inhalt ohne Unterbrechung durch Zellwände nach allen Seiten hin in Verbindung steht. Dieser Inhalt ist nun häufig von dem der umgebenden Zellen verschieden, bald Luft, während jene safthaltig sind, bald ein concentrirter Saft, welcher in diese Zwischenräume hinein abgesondert wird und sie dann besonders sichtbar macht. In diesem letzteren Fall werden die dann oft beträchtlich erweiterten Zwischenzellengänge auch wohl nach der Eigenthümlichkeit ihres Inhalts als Milchsaftgefäße (s. umstehende Fig. 256.) bezeichnet; so kommen sie z. B., mit einem orangegelben Saft erfüllt, in allen

255.



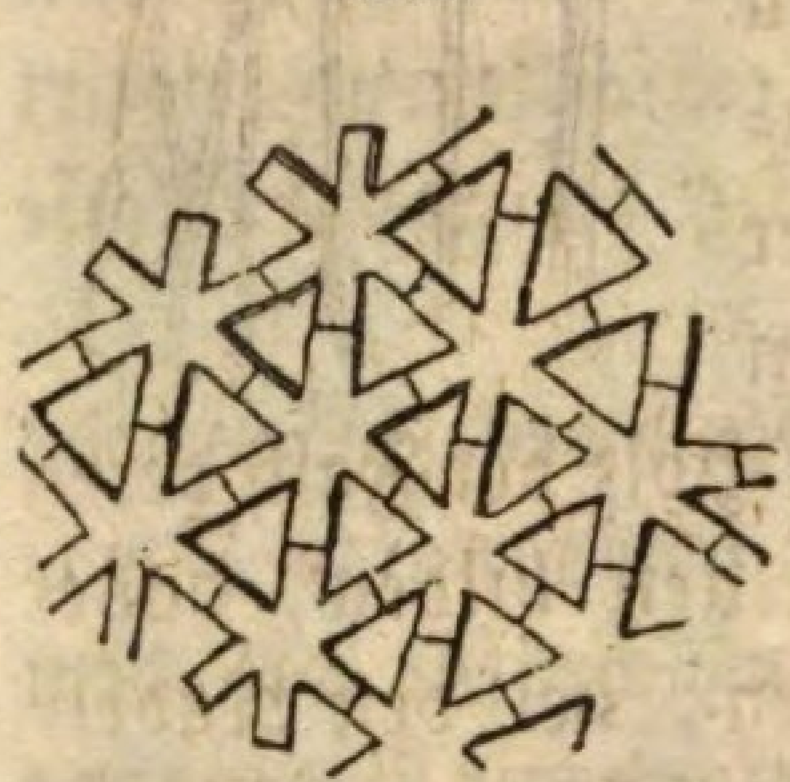
256.



Theilen des Schöllkrauts (Chelidonium) vor.

Am auffallendsten entwickelt zeigen sich die Intercellularräume in dem sogenannten sternförmigen Zellgewebe (s. Fig. 257.), welches aus den oben erwähnten sternförmigen Zellen in der Art zusammengesetzt ist, daß dieselben mit ihren strahlig gestellten Fortsätzen aufeinanderstoßen, während die großen dreieckigen Zwischenräume, da diese Zellen nur in einfacher Schicht vorhanden sind, freieste Communication der beiderseits befindlichen Räume herstellen; diese Bildung kommt in mannichfachen zierlichen Abänderungen, in den die Stengel vieler Wasserpflanzen, namentlich der Binsen, einnehmenden Lufthöhlen vor, und es wird dadurch, daß alle Scheidewände diese oder ähnliche Bildung zeigen, ein allseitiger freier Durchgang der Luft möglich.

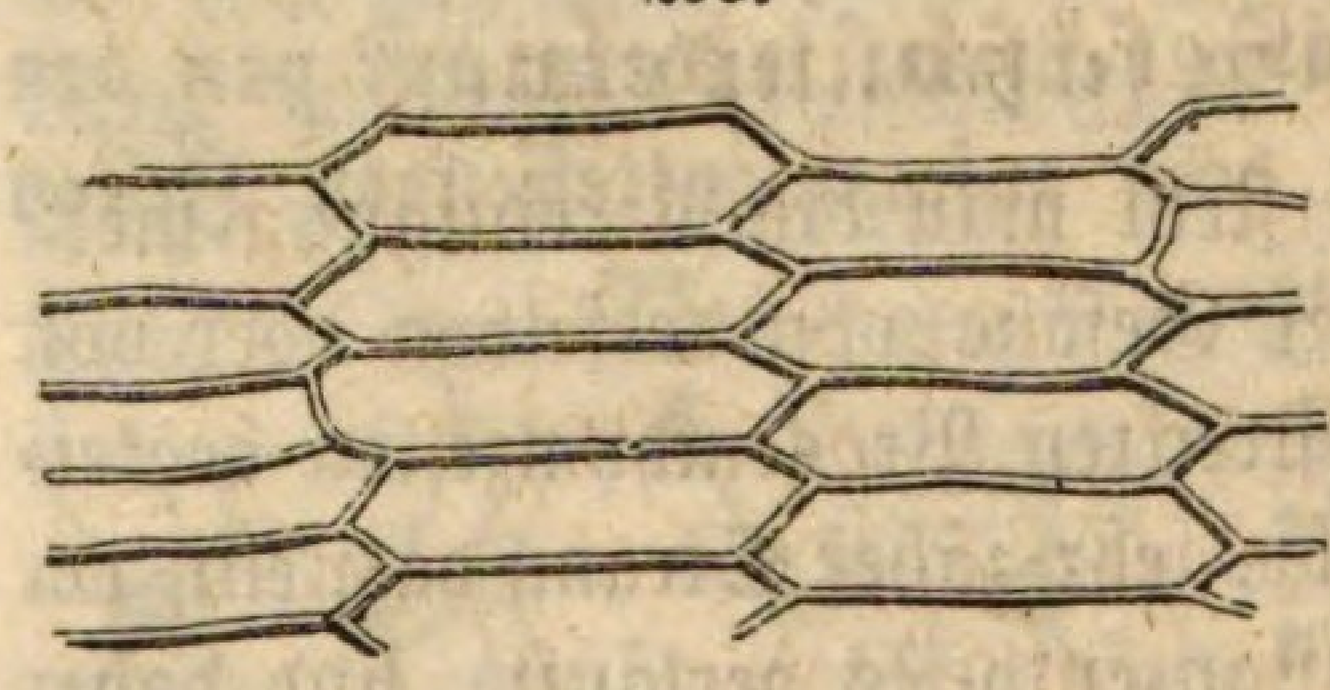
257.



Nach den Dimensionsverhältnissen und der Art der Verbindung der Zellen untereinander lassen sich folgende Hauptarten von Zellgeweben unterscheiden:

1) Plattengewebe oder mauerfömiges Zellgewebe (Fig. 258.), dessen einzelne Zellen in der Querrichtung verlängert, also mehr oder weniger plattenförmig gestellt sind; dabei bilden sie in der Regel nur eine einzige, dichtverbundene Schichte, und hängen so zu einer Fläche zusammen, auf der sich die Zellen durch ihre, keine Spur von Intercellulargängen zeigenden Scheidewände wie die Steine eines Mauerwerks abgränzen.

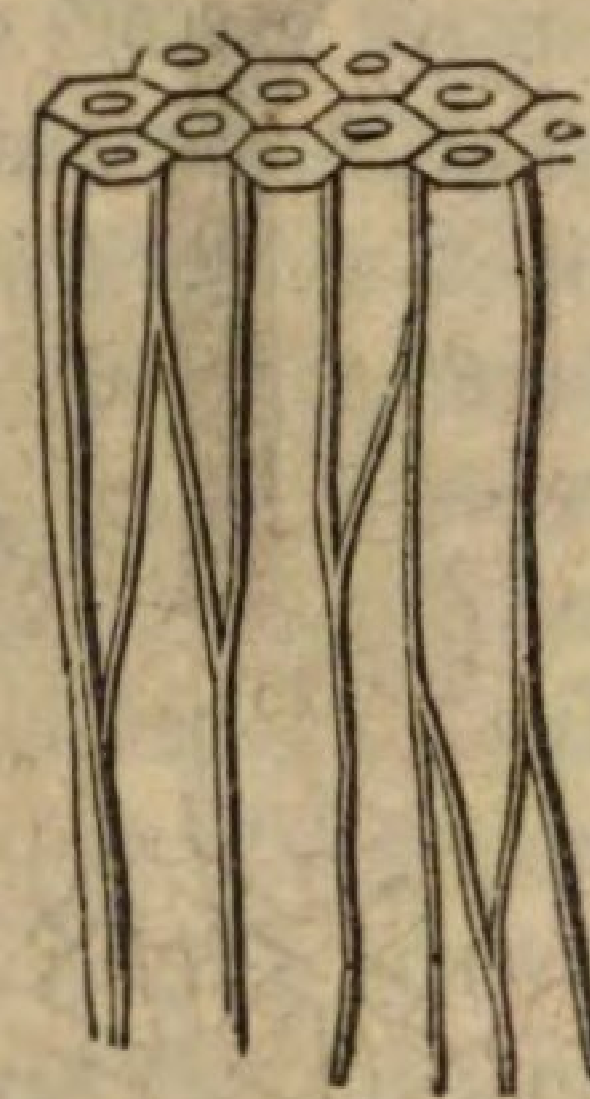
258.



2) Würfelgewebe oder Parenchym heißt jedes Zellgewebe, dessen Bestandtheile nach den drei Dimensionen nahezu gleichstark entwickelt sind; die Gestalt der Zellen erscheint daher hier auf Durchschnitten nach verschiedener Richtung stets gleich: bald rundlicher, wo der Zusammenhang weniger innig ist, bald durch gegenseitigen Druck mehreckig, wobei die Endflächen der aufeinandersitzenden Zellen gerade abgestutzt erscheinen. Diese von der ursprünglichen am wenigsten abweichende Form des Zellgewebes ist bei weitem die verbreitetste und häufigste.

3) Das Fasergewebe oder Prosenchym besteht aus gestreckten, also nach der Längsrichtung des Pflanzentheils vorwiegend entwickelten Zellen, welche mit schiefen oder keilförmig zugeschärften Enden ineinandergreifen. Dabei sind die Zellen des Fasergewebes stets innig vereinigt, daher ohne Intercellulargänge und durch den gegenseitigen Druck im Umfang prismatisch, wie nebenstehende Abbildung (Fig. 259.) auf deren obern Durchschnitt zeigt. Zugleich ist dort die beträchtliche Verdickung der Wände sichtbar, welche den Prosenchymzellen fast durchgängig eigen ist, und die bald wie hier gleichartig, bald schichtenweise angelagert, und nicht selten von Tüpfeln oder Tüpfelkanälen durchbrochen ist. Das Fasergewebe verdankt diesen Eigenthümlichkeiten seiner Structur und Zusammensetzung eine beträchtliche Festigkeit und Zähigkeit der Consistenz, namentlich wo es in größeren Massen auftritt; dieses ist nun vorzugsweise im Bast und im Holz der Fall, deren Haupbestandtheil eben solche prosenchymatische Zellen bilden, daher sie auch Bast- und Holzzellen genannt werden; bei den Nadelhölzern besteht das Holz sogar fast ausschließlich aus solchen, auf ihren Seitenwänden mit den obenbeschriebenen charakteristischen Tüpfeln besetzten Prosenchymzellen (s. S. 137. Fig. 247.).

259.

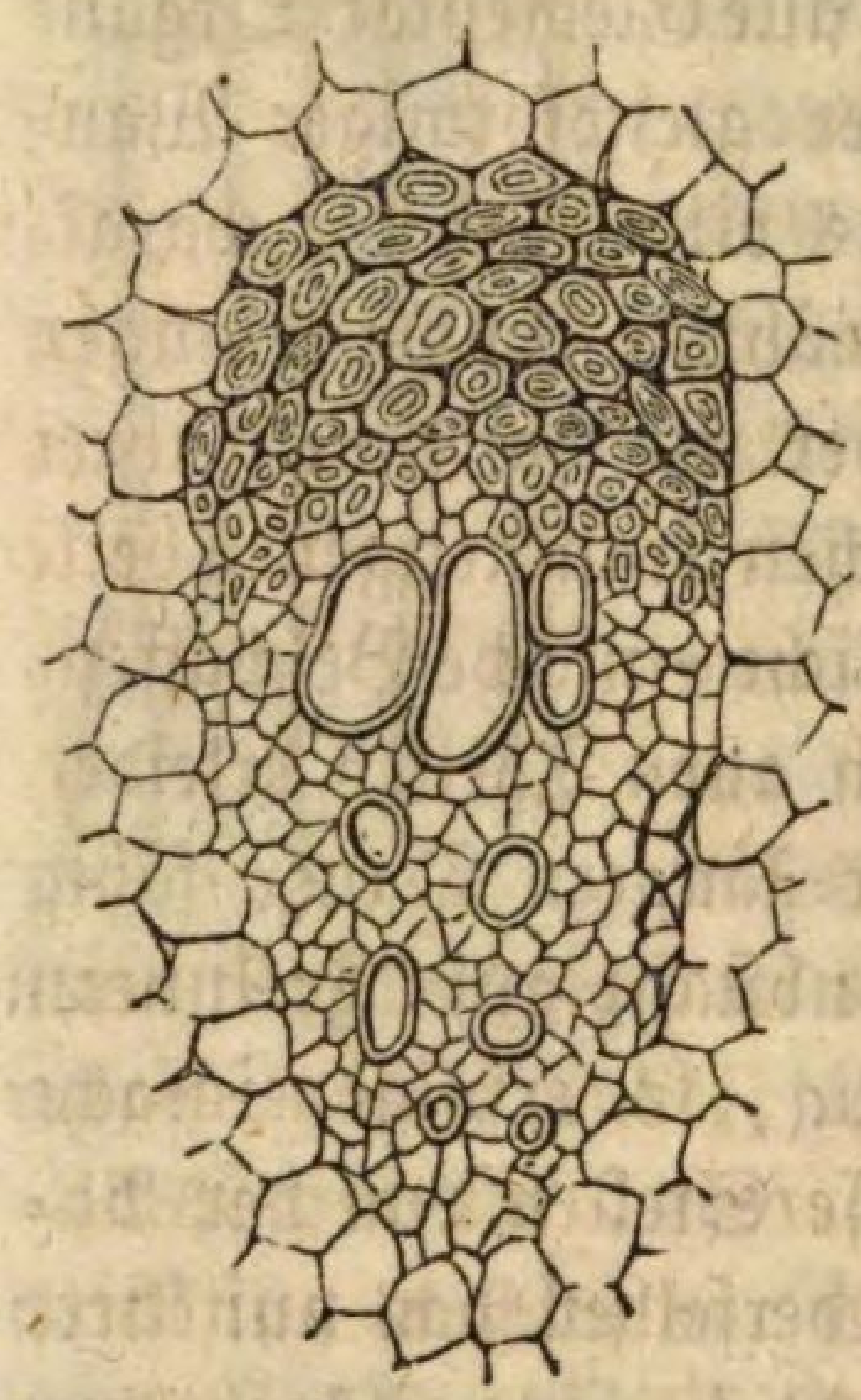


§. 5. Von den Gefäßbündeln.

Unter einem Gefäßbündel versteht man die Vereinigung mehrerer in gleicher Richtung verlaufender Gefäße von derselben oder von verschiedener Art, welche stets von gestreckten Prosenchymzellen begleitet sind, und die sich als ein dünner, aber sehr zäher Strang darstellt, der meist nach der Längenrichtung des Pflanzentheils verläuft, und daher auf dem Querschnitt als ein rundlicher Punct von dichterem Gefüge sich von dem umgebenden Zellgewebe unterscheidet. Die Gefäßbündel sind vorzüglich in den Achsenorganen der Pflanze also in Wurzel und Stengel vorwiegend, in die Blätter und blattartigen Organe treten sie an deren Basis einzeln oder im Blattstiel vereinigt ein, und verbreiten sich dann, indem ihre einzelnen Theile sich mehr und mehr von einander sondern, als Nerven und Adern durch die Blattfläche. Die Gefäßbündel bestehen in allen jüngern und krautartigen Theilen vorzugsweise aus dünnwandigen Prosenchymzellen (Bastzellen) und aus Spiralgefäßen nebst den ihnen nahestehenden Ring- und Netzgefäßen. Alle holzigen Pflanzentheile, also namentlich das Holz des Stamms und

seiner Aeste aber werden gebildet aus dichtgedrängten Gefäßbündeln, deren Bestandtheile an ihren Wandungen einen höhern Grad der Umwandlung erkennen lassen, wodurch eben die feste Consistenz des Holzes bedingt wird. Die Prosenchymzellen sind nämlich hier mit verdickten Wänden versehen, an denen oft noch die Zuwachsschichten und außerdem nicht selten Tüpfelkanäle zu erkennen sind, die Gefäße aber sind fast durchgängig Treppengefäße oder punctirte. Die nebenstehende Abbildung (Fig. 260.) zeigt einen solchen Gefäßbündel im Querschnitt; man sieht hier die dickwandigen Prosenchymzellen (Holzzellen) nach der einen Seite hin zusammengedrängt, in der Mitte aber und nach der andern Seite zu die durchschnittenen Gefäße, umgeben von kleinmaschigem Zellgewebe, welches sehr bestimmt sich von dem den Gefäßbündel umgebenden großzelligen Parenchym unterscheidet. Uebrigens sind die Gefäße selbst im Gefäßbündel stets in weit geringerer Anzahl als die sie umgebenden Prosenchymzellen, oft nur zu ganz wenigen vorhanden, dagegen erscheinen sie meist durch ihren bedeutenden Durchmesser, sowie stets durch ihr ununterbrochenes Fortlaufen durch die ganze Länge des Pflanzentheils ausgezeichnet.

260.



§. 6. Vom anatomischen Bau der Pflanzen im Allgemeinen.

Nachdem wir im Bisherigen die Hauptformen der Elementarorgane, d. h. der letzten sichtbaren Theile, auf welche uns die mechanische Zerlegung und mikroscopische Betrachtung der Pflanze führt, kennen gelernt haben; so wäre nun nachzuweisen, wie dieselben durch ihr Zusammentreten nach bestimmten Gesetzen den Pflanzenkörper und seine einzelnen Theile bilden, für deren Aufbau sie gleichsam die Bausteine abgeben. Die Pflanze erscheint von diesem Gesichtspunkt betrachtet als eine nach bestimmten Regeln zusammengesetzte Masse von zarten, mikroscopisch kleinen Urtheilchen, den Zellen und Gefäßen, welche gruppenweise zu den nach Gestalt und Verrichtung sich unterscheidenden Pflanzenorganen vereinigt sind. Diese letzteren, die Organe im morphologischen Sinne (z. B. Wurzel, Blatt, Staubfaden), heißen daher auch mit Recht „zusammengesetzte“, im Gegensatz zu jenen einfachen oder Elementar-Organen. In der Regel besteht die Einzelpflanze aus

einer außerordentlichen Menge solcher Elementartheile; denn da dieselben durchschnittlich nur etwa $^1/_{500}$ — $^1/_{1000}$ Zoll im Durchmesser haben, so kommen auf den Kubikzoll der aus solchem Zellgewebe bestehenden Pflanzensubstanz nicht weniger als 125 Millionen Zellen, wonach bei der oft so beträchtlichen Massenentwicklung mancher Gewächse die Anzahl der noch bestimmt organisirten Urtheilchen sich auf eine staunenswerthe, unsere Vorstellungskraft fast übersteigende Menge steigert.

Ursprünglich, d. h. bei ihrer Entstehung sind alle Elementar-Organe einfache Bläschen oder Zellen mit dünnhäutiger gleichförmiger Wandung; erst im weitern Verlauf des Wachsthums bildet sich die charakteristische Verschiedenheit der Gewebe durch allmählige Umwandlungen theils in der Gestalt der Zellen, theils in der Beschaffenheit ihrer Wandungen. Nur in dem Parenchym der weichen krautartigen Theile behält die Zellwand in der Regel ihre ursprüngliche einfache Beschaffenheit. Die Veränderung, welche sie namentlich in allen Theilen erleidet, welche durch Verdichtung ihres Gewebes einer längern Dauer fähig werden, besteht in einer Ablagerung neuer Substanz auf der innern Fläche der Zellwand; geschieht diese gleichförmig, so erfolgt einfache schichtenförmige Verdickung; bleiben aber gewisse Stellen von der Ablagerung frei, so entsteht je nach der Gestalt derselben das punktirte oder gestreifte Ansehen der Wandung; oder endlich, es geschieht der Absatz der Verdickungsschichte in Gestalt einer einfachen (abrollbaren) oder einer verzweigten, und mit den Verzweigungen wieder verwachsenen Spiralfaser. In Betreff der Gestaltveränderung ist hier namentlich die Form des Faser- oder Prosenchymgewebes anzuführen, welche dadurch entsteht, daß gewisse Zellen vorzugsweise nur in der Längendimension wachsen, während sie sich zugleich an den Enden zuspitzen, wodurch sie im Ganzen eine spindelförmige Gestalt annehmen.

Ganz eigenthümlich und charakteristisch ist die Entstehung derjenigen Elementar-Organe, die wir G e f ä ß e nennen. Sie bilden sich nämlich aus einer größern oder geringern Anzahl übereinandergereihter Zellen, welche durch Schwinden der ursprünglich doppelten Zwischenwände zu einer fortlaufenden Röhre oder Höhlung verschmelzen. Die Wandung nimmt dann je nach der Art der Ablagerung der Verdickungsschicht verschiedene Beschaffenheit an, und das Ganze erscheint als S p i r a l-, R i n g-, T r e p p e n- oder p u n k t i r t e s G e f ä ß. Diese Gefäßröhren sind übrigens stets einfach und unverzweigt; an den Abzweigungsstellen der Gefäßbündel theilt sich der Bündel entweder einfach in zwei Portionen oder es schieben sich zugleich zwischen seine Gefäße neue ein; nie aber ist das Gefäß selbst verzweigt oder verästelt.

Es gibt jedoch eine beträchtliche Anzahl von Pflanzen, bei denen die Elementarorgane diese höhere Ausbildungsstufe des Gefäßes nie erreichen, und welche daher nur aus Zellen der einfachsten Art bestehen. Es sind das die überhaupt am wenigsten ausgebildeten und sozusagen unvollkommensten Gewächse, nämlich die Algen, Flechten, Pilze und Moose, welche man daher auch als Zellpflanzen bezeichnet. Die niedersten Formen derselben, gleichsam die Anfangsbildungen des Pflanzenreichs, sind die Thalluspflanzen (s. S. 120); sie bestehen nicht selten aus einzelnen oder wenigen aneinandergereihten Zellen, oder sind aus sogenanntem unvollkommenem Zellgewebe gebildet, dessen Bestandtheile nur lose und ohne bestimmte Anordnung zusammenhängen. Bei den höhern Zellpflanzen, namentlich den Moosen, scheidet sich der aus gestreckten Zellen gebildete Stengel deutlich von den aus rundlichem Maschengewebe gebildeten Blättern. Selbst die so vielgestaltigen Fructifications-Organe der Zellpflanzen zeigen sich unter dem Mikroskop nur aus einfachen Zellen zusammengesetzt (s. ob. Fig. 232, Fig. 235, 238, 243 b. c.); bei vielen Lebermoosen jedoch (s. Fig. 239*), und wieder bei gewissen Algen kommen Spiralfaserbildungen vor.

Alle Blüthenpflanzen, und unter den blüthenlosen die Farnkräuter, sind durch das Vorhandenseyn von Gefäßbündeln charakterisirt; dieselben bilden im Stengel die Längsfasern, denen er seinen Halt und seine mehr oder minder ausgesprochene Festigkeit verdankt, und breiten sich von da in den Blattorganen als Nerven oder Adern aus, indem sie nach gewissen Regeln in ihre einzelnen Bestandtheile auseinandertreten, wodurch sie dann verzweigt erscheinen, obgleich, wie oben bemerkt, die einzelnen Gefäße, sowie die sie begleitenden Prosenchymzellen sich niemals theilen, sondern stets als einfache, unverzweigte, mit ihren zugespitzten oder schiefabgeschnittenen Enden genau aneinanderliegende Röhren verlaufen.

Auf diese Weise bilden bei allen vollkommenen Gewächsen, welche deshalb auch im Gegensatz der Zellpflanzen: Gefäßpflanzen heißen, die Gefäßbündel ein das Ganze durchziehendes System, welches die Grundlage und gleichsam das feste Skelett des Pflanzenkörpers darstellt. Man kann dasselbe aus manchen Pflanzen und Pflanzentheilen, z. B. den Blättern unserer Laubhölzer leicht isolirt darstellen, indem man dieselben im Wasser faulen (maceriren) läßt, wodurch das die Zwischenränme ausfüllende Massenzellgewebe oder Parenchym zerstört und nur das zierliche Netz der Gefäßbündel übrigbleibt. Das Genauere über die Vertheilung und Anordnung der Gefäßbündel, von

deren Regelmäßigkeit die regelmäßige Gestaltung der einzelnen Organe und des Pflanzenkörpers überhaupt im Wesentlichen abhängt, wird sich in den folgenden Kapiteln bei der Betrachtung des anatomischen Baus der Hauptorgane der Pflanze ergeben.

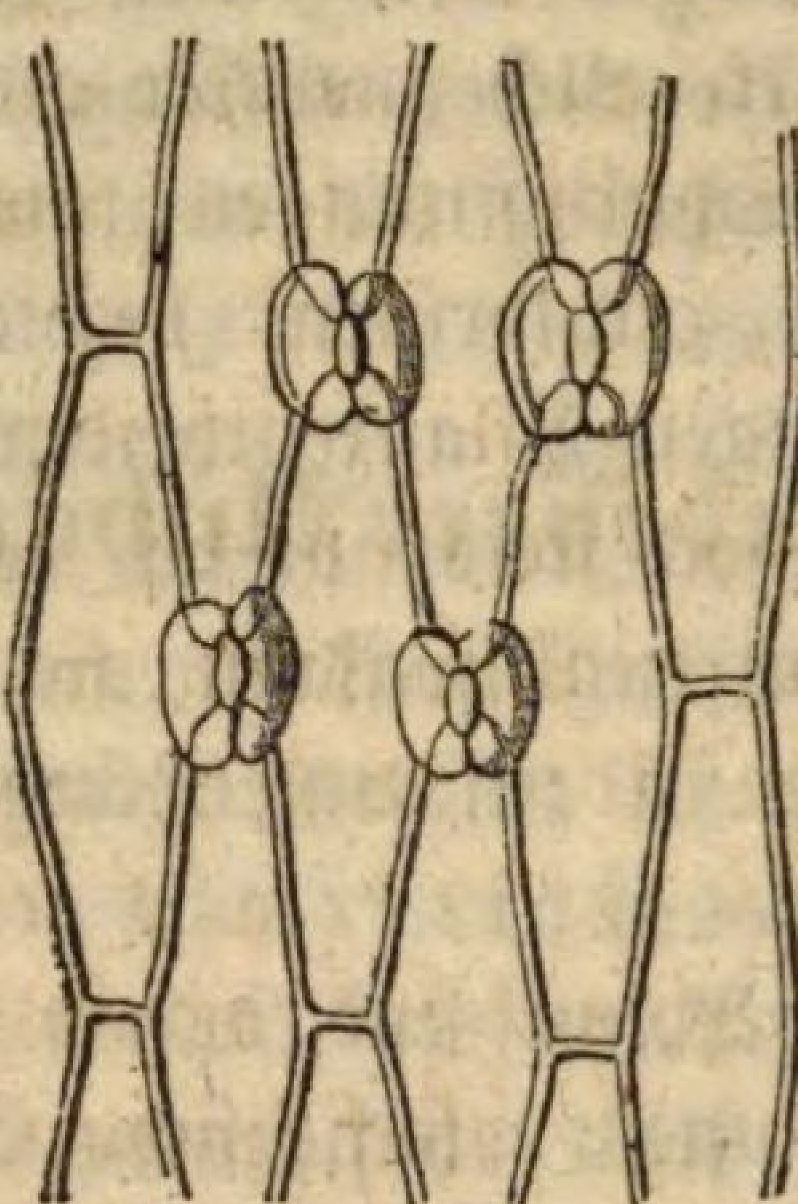
§. 7. Vom Bau der Oberhaut und ihrer Anhänge.

Alle Theile der Gefäßpflanzen sind an ihrer Oberfläche von einer dünnen Hülle überzogen, welche sich häufig in zusammenhängenden Stücken abziehen läßt, und Oberhaut oder Epidermis genannt wird. Daß sie an älteren Pflanzentheilen, z. B. auf der rauhen Oberfläche von Stämmen und holzigen Wurzeln fehlt, hat seinen Grund nur in der mit dem Wachsthum dieser Theile eintretenden allmähligen Zerreißung und Abnutzung des zarten, während des Jugendzustands dieser Theile vorhandenen Häutchens. Dagegen fehlt sie ursprünglich an den zur Einsaugung der Bodenfeuchtigkeit bestimmten Wurzelspitzen, wo ihr Daseyn der Funktion des Organs nur hinderlich seyn würde, und aus ähnlichen Gründen geht sie der zur Aufnahme des befruchtenden Blüthenstaubs bestimmten Narbe ab. Ihre Verrichtung ist offenbar die, das zarte Pflanzengewebe vor der unmittelbaren Einwirkung der umgebenden Medien zu schützen, ohne jedoch eine Wechselwirkung mit denselben ganz unmöglich zu machen, wozu sie durch die nunmehr zu betrachtenden Eigenthümlichkeiten ihres Baus ganz besonders geeignet erscheint.

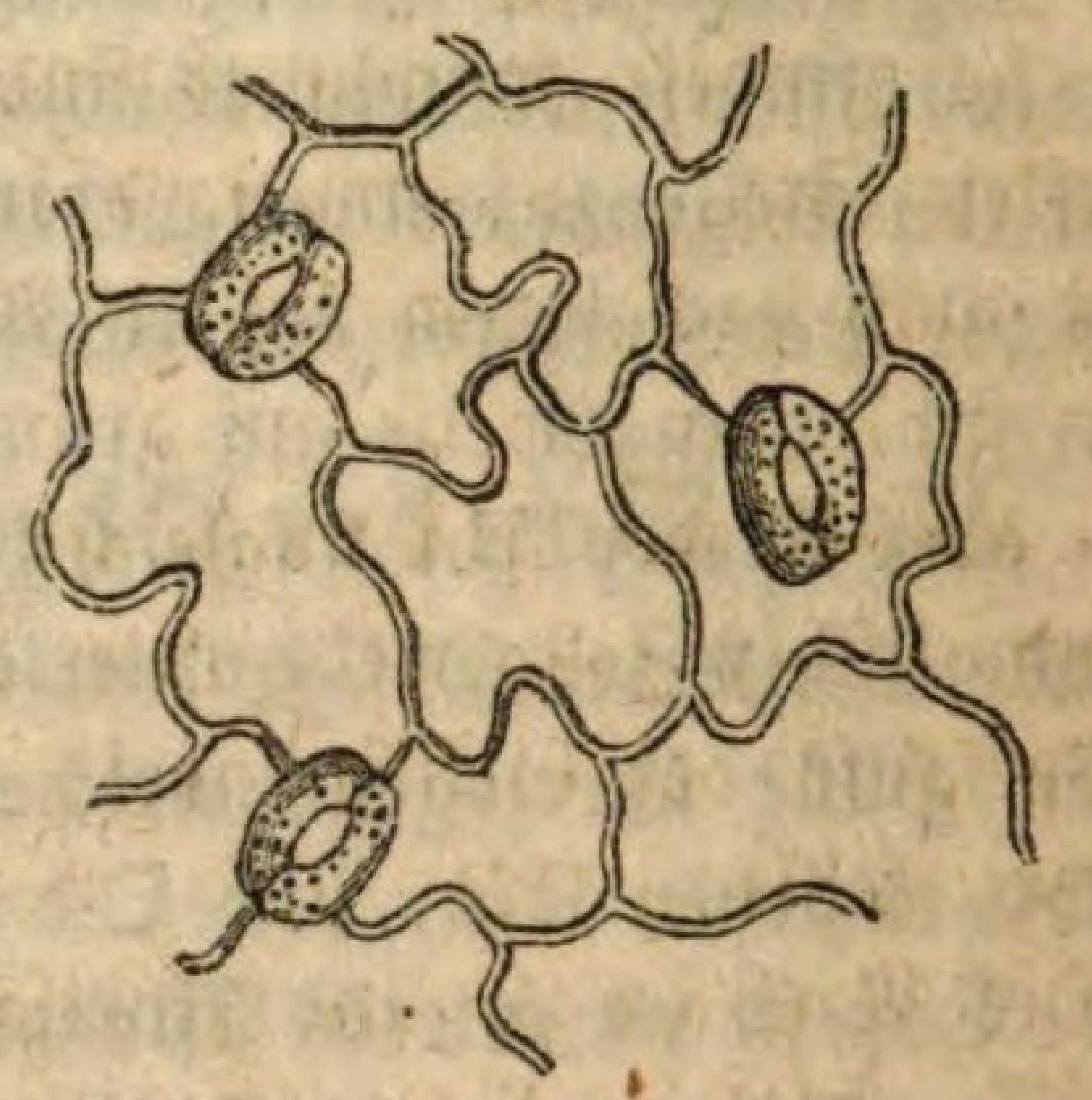
Unter dem Mikroskop zeigt sich die Epidermis aus einer Schichte von meist etwas niedergedrückten, oft selbst tafelförmigen Zellen gebildet, die, während ihr Zusammenhang mit den unterliegenden Theilen meist nur lose ist, seitlich untereinander sehr fest verbunden sind. Die Umrisse dieser Zellen erscheinen, wenn man die Epidermis von oben betrachtet, als sehr zierliche maschenförmige Zeichnungen, welche bei den Monokotyledonen gestreckt erscheinen (s. umst. Fig. 261.), bei den meisten Farnkräutern aber (s. umst. Fig. 262.) und manchen Dikotyledonen durch wellenförmige Ausbuchtungen ausgezeichnet sind.

Auf einem verticalen Durchschnitt erscheint die Oberhaut in der Regel nur aus einer einzigen Zellenlage gebildet (mehrere zeigt jedoch z. B. das Blatt des Oleanders); die beträchtliche Dicke und derbe Beschaffenheit derselben, wodurch sich namentlich die lederartigen Blätter der immergrünen Pflanzen auszeichnen, rührt in den meisten Fällen von einer Verdickung der äußern Wand der Epidermiszellen her, wie sie die umstehende Abbildung (Fig. 263.) zeigt. In solchen Fällen löst sich leicht beim Versuch zum Abziehen der Oberhaut nur diese den

261.



262.



263.



äußern Zellwänden angehörige Verdickungsschicht ab, was Veranlassung zu der irrigen Annahme eines noch über der Epidermis liegenden besondern Oberhäutchens (cuticula) gegeben hat.

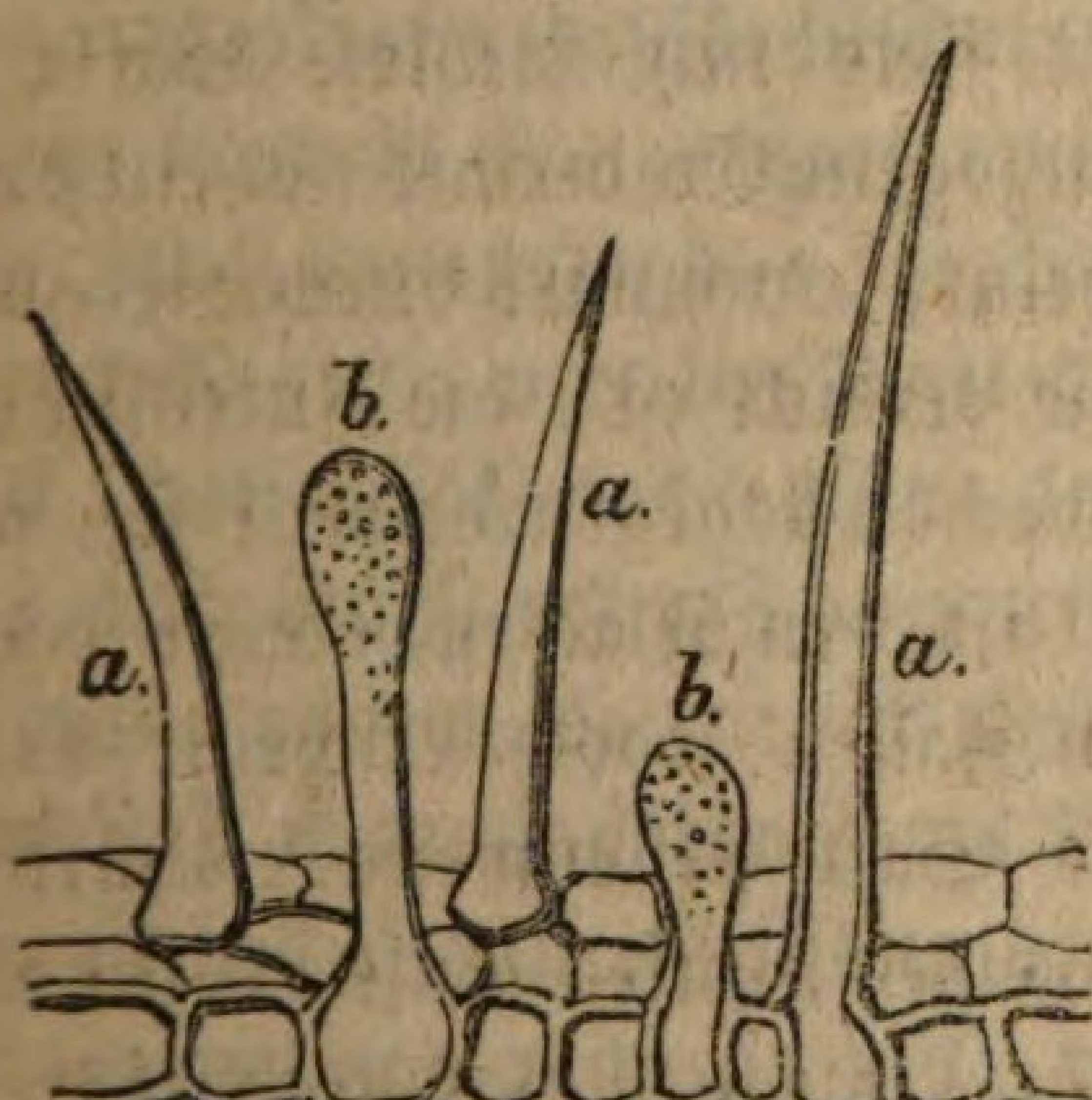
Die Oberhautzellen enthalten fast stets nur farblose Säfte und kein Chlorophyll, weßhalb auch die abgezogene Epidermis als ein durchsichtiges oder weißliches Häutchen erscheint; auch wird durch die aufliegende Epidermis, namentlich wenn sie verdickt ist, die Intensität der Farbe des unterliegenden Theils geschwächt; dagegen ertheilt sie, wenn sie von Anhängen und Auswüchsen frei ist, den Flächen, die sie bedeckt, oft beträchtlichen Glanz. In manchen Fällen jedoch erscheint der im Innern der Blattoberhaut enthaltene Saft stellenweise rothgefärbt, wodurch dann die Blätter ein entsprechendes buntes Ansehen erhalten. Namentlich erscheint ihre Unterseite öfter hiedurch von röthlicher oder violetter Färbung angeflogen.

Daß trotz der Undurchdringlichkeit des Oberhautgewebes doch die unterliegenden Theile nicht von der Wechselwirkung mit der Atmosphäre, welche namentlich zur Erzeugung des Blattgrüns wesentlich ist, abgeschlossen sind, beruht darauf, daß sich auf allen krautartigen Theilen bald in größerer, bald in geringerer Anzahl sogenannte Poren oder Spaltöffnungen (stomata) finden. Dieses sind kleine, meist länglich-runde Oeffnungen der Oberhaut, welche von zwei halbmondförmig gekrümmten Zellen ringförmig umschlossen sind (s. Fig. 261 und 262.). Diese beiden umschließenden Zellen sind durch Chlorophyllgehalt vor den übrigen Oberhautzellen ausgezeichnet; in vielen Fällen liegen sie tiefer als die durch jene gebildete Fläche (s. Fig. 263.), wo

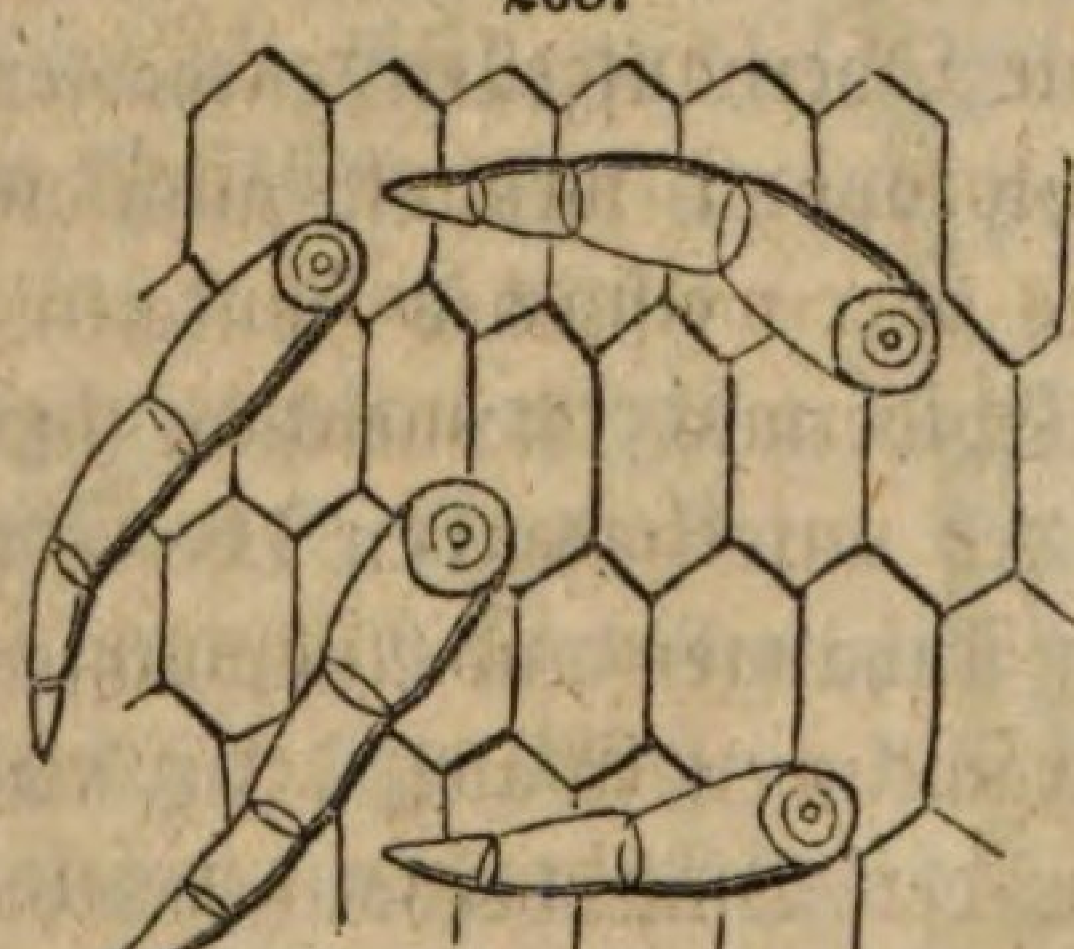
dann die Spaltöffnung im Grunde einer kleinen Grube oder Vertiefung sich findet; manchmal sind von letztern auch mehrere an einer vertieften Stelle zusammengedrängt. Die Spaltöffnungen, die man früher auch nach ihrem äußern Ansehen als „Hautdrüsen“ bezeichnete, finden sich vorzugsweise auf grünen krautartigen Pflanzentheilen, auf diesen aber wieder sehr ungleich vertheilt, jedoch stets nur da, wo parenchymatisches Zellgewebe unter der Oberhaut liegt, während sie längs des Verlaufs der Gefäßbündel, also auf den Adern und Nerven der Blätter, fehlen.

Die Anhänge und Fortsätze der Oberhaut sind bereits oben (S. 47—50) in ihrer allgemeinen Erscheinung, wie sie sich nämlich dem bloßen Auge als der charakteristische Ueberzug der Pflanzentheile darstellen, betrachtet worden. Die Haare, welches deren häufigste Form ist, bestehen entweder aus einzelnen verlängerten und nach außen in eine Spitze vorgezogenen Oberhautzellen (Fig. 264 a. a.) eine Bildung, welche auch namentlich bei den Wurzelhaaren sich findet, oder sie sind aus einer Anzahl aneinandergereihter oder sonst verschiedentlich

264.

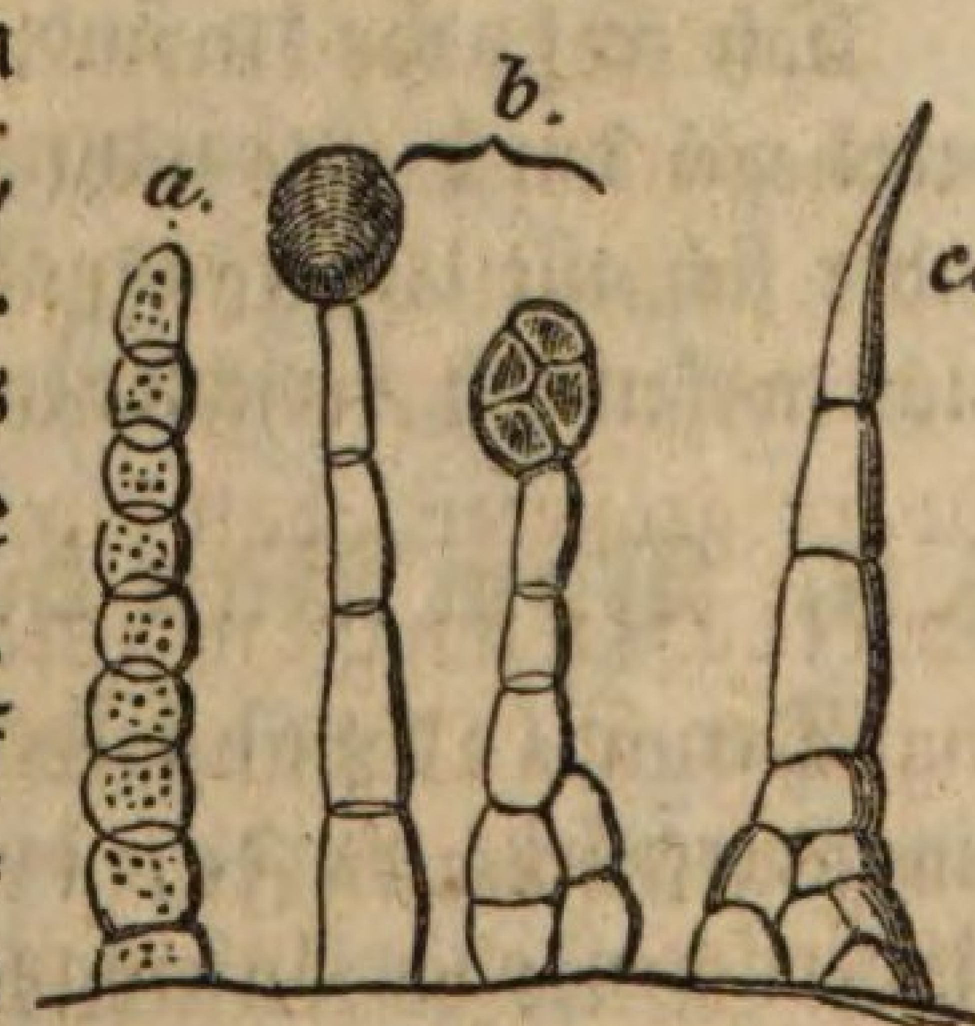


265.



angeordneter Zellen gebildet. Sie können hienach sehr verschiedene Gestalten zeigen, bald einfach (Fig. 265.), bald ästig (Fig. 267.), bald fadenförmig, bald flach, aus seitlich verwachsenen Zellen gebildet, welche Form dann in die der Schuppen (z. B. in den braunrothen Spreuschuppen auf dem Blattstiel vieler Farnkräuter) übergeht. Eine besondere Form der ästigen

266.

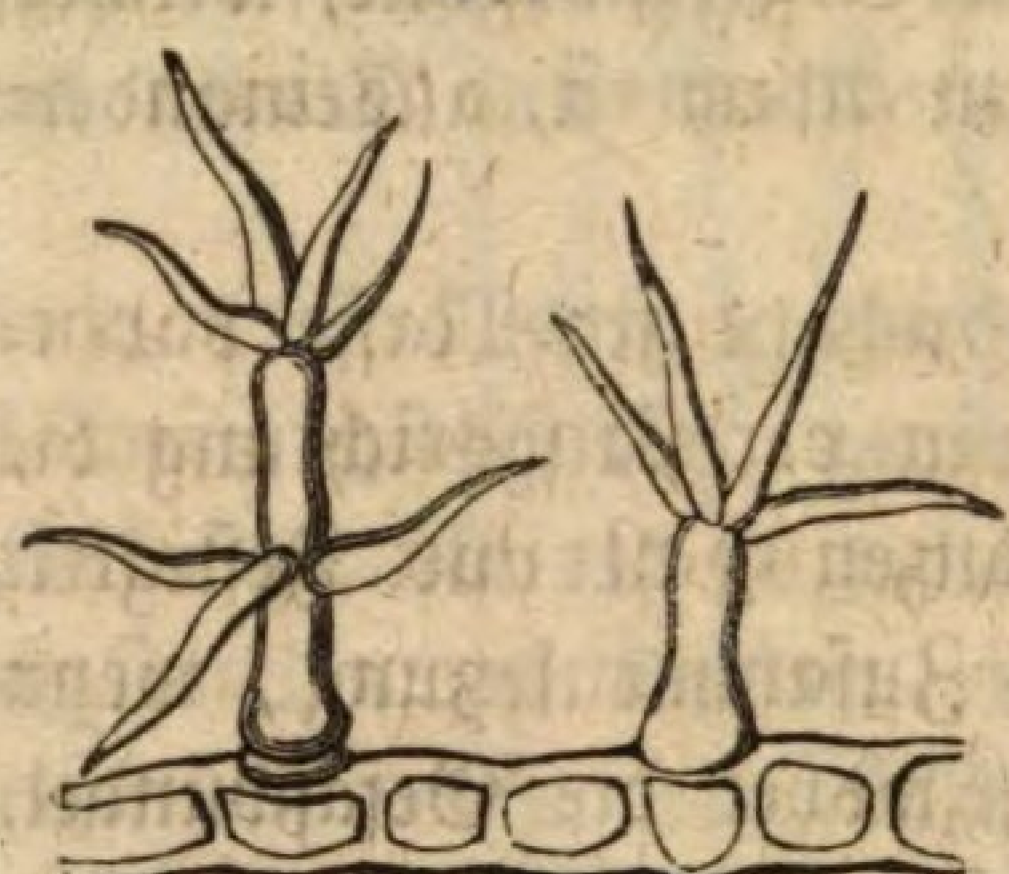


Haare ist auch die der Sternhaare, aus welcher durch seitliche Verwachsung der aus einem Punkt ausstrahlenden Zellen die schildförmi-

gen Schülfern abzuleiten sind, welche unter andern beim Sanddorn und dem Oleaster (Hippophaë und Elaeagnus) vorkommen.

Der Inhalt der die Haare bildenden Zellen ist in der Regel Luft oder ungefärbter Saft; intensiv gefärbt ist jedoch die Flüssigkeit in den zierlichen Staubfadenhaaren des Gartentradescantia. Wenn besondere abgesonderte Stoffe, namentlich ätherische Oele u. dgl. am obern stumpfen Ende des Haars sich sammeln (s. Fig. 264 u. 266 b. b.), so werden diese Drüsenhaare genannt; Drüsen dagegen heißen die der Oberhaut unmittelbar aufsitzenden mit abgesonderten Stoffen erfüllten Zellen und Zellengruppen, welche z. B. bei den aromatischen lippenblüthigen Pflanzen überall auf der Oberfläche der krautartigen Theile zerstreut sind, und das riechende ätherische Oel einschließen (s. Fig. 280. S. 169). Sehr eigenthümlich ist die Bildung der sogenannten Brennhaare, welche namentlich den Nesseln zukommen; die nebenstehende Abbildung (Fig. 268.) zeigt ein solches unter starker Vergrößerung; es besteht aus einer großen, nach oben in eine mit einem Häkchen endende Spitze ausgezogenen Zelle, welche ihrem untern, abgerundeten Theil von einer Gruppe an kleinerer, der Oberhaut aufsitzender Zellen dicht umgeben ist. Letztere sondern eine ätzende Flüssigkeit in die Höhlung der großen Zelle hinein ab, welche dann beim Abbrechen der feinen in der Haut haftenden Hakenspitze des Haars in die Wunde ausfließt, und so den brennenden Schmerz verursacht, der offenbar von der mechanischen Verletzung allein nicht herrühren kann.

267.



268.



Die Stacheln sind, wie früher schon bemerkt wurde, nichts Anderes als durch Erhärtung ihres Gewebes stechend gewordene Haare, daher sich alle Uebergangsstufen zwischen diesen beiderlei, in ihrem Bau nicht wesentlich verschiedenen Anhangsbildungen nachweisen lassen.

§. 8. Vom Bau der Achsenorgane der Pflanzen.

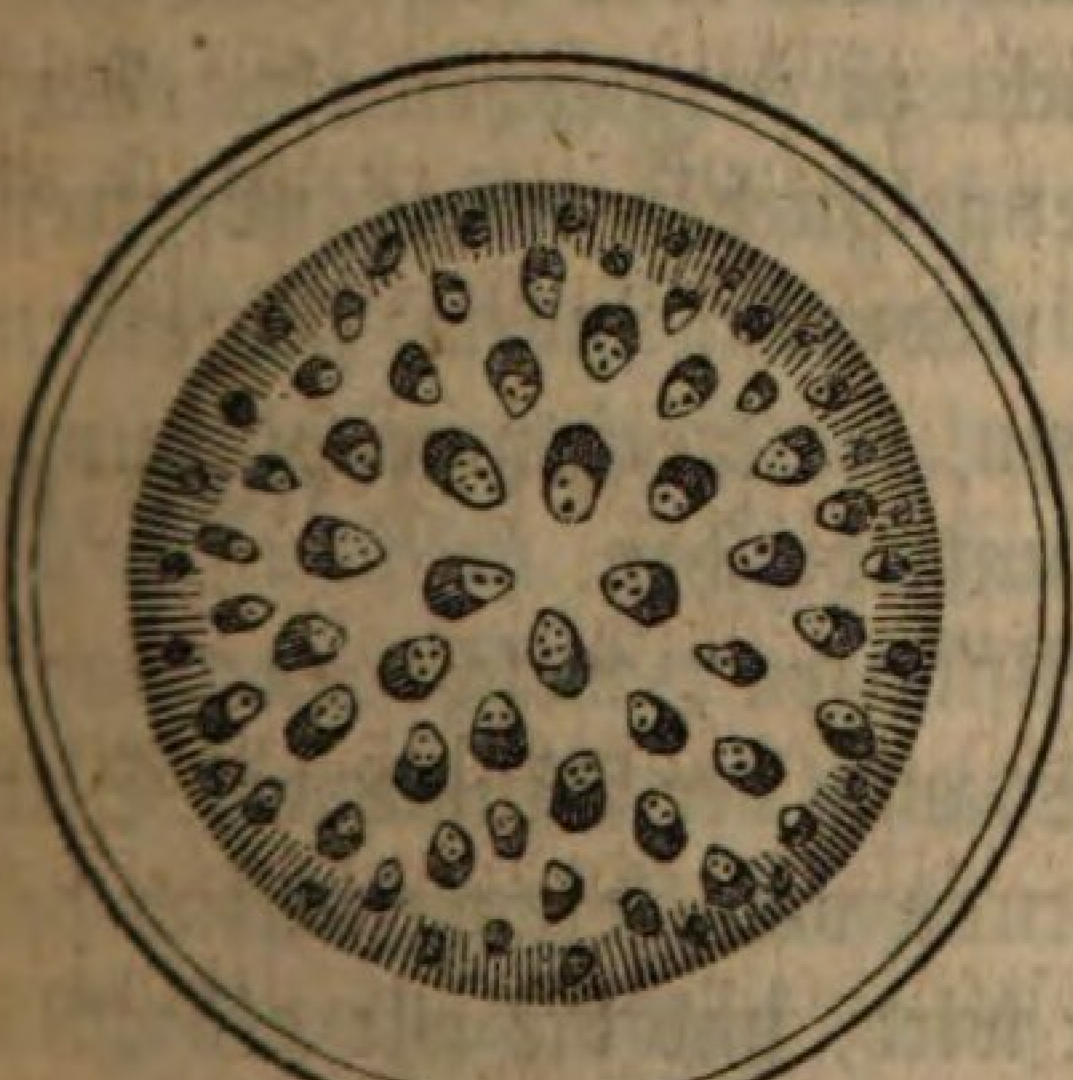
Der Stengel bildet, wie bereits oben (Abschn. 1. §. 2.) auseinandergesetzt wurde, die Achse der Pflanze im Gegensatz zu den peripherischen oder Anhangsgebilden: den Blättern; die Wurzel ist der Inbegriff der abwärts wachsenden Pflanzentheile und sie stimmt — abgesehen von der entgegengesetzten Richtung ihres Wachsthums und

dem Mangel aller Anhangsorgane — im Wesentlichen und so namentlich auch in ihrem innern Bau mit dem Stengel überein; nur ihre äußere Oberfläche und ihre letzten Endigungen zeigen eine besondere, offenbar durch die Natur des sie umgebenden Mediums und der ihnen zukommenden Verrichtungen bedingte Structur. Diese soll am Schlusse des gegenwärtigen Kapitels näher dargestellt werden, nachdem wir zuerst in dessen Verlauf den anatomischen Bau der Achsenorgane, welcher, wie gesagt, dem Stengel und der Wurzel gemeinsam ist, auseinandergesetzt haben.

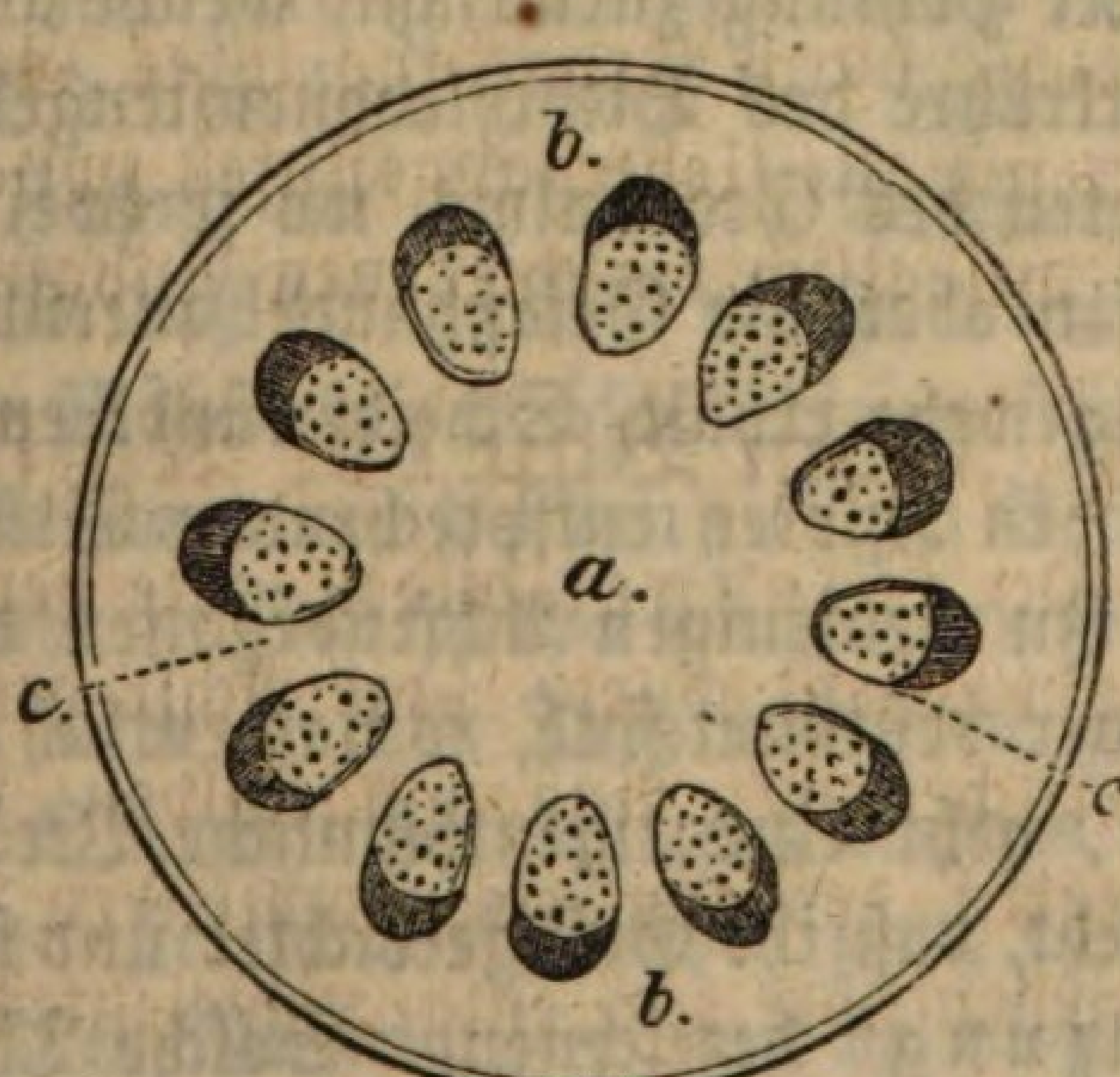
Der krautartige Pflanzenstengel besteht aus einer Masse parenchymatischen Zellgewebes, durch welches sich in der Längsrichtung die Gefäßbündel als zähe Fasern, die dem Ganzen Halt und Festigkeit verleihen, hinziehen; deutlich zeigt sich diese Zusammensetzung, wenn man einen solchen Stengel maceriren läßt, wobei die Gefäßbündel, deren hauptsächlichster Bestandtheil: die langgestreckten Prosenchymzellen der Fäulniß kräftig widerstehen, sich erhalten, während das die Zwischenräume erfüllende Zellgewebe zerstört wird; hierauf gründet sich auch die Aufbereitung des Flachses und Hanfs, indem man durch Maceration und mechanische Mittel das Stengelzellgewebe dieser Pflanzen entfernt, und so die zähen Fasern der Gefäßbündel, die wir zu technischen Zwecken verwenden, isolirt.

Auf dem Querschnitt eines Pflanzenstengels erscheinen die Gefäßbündel als rundliche Stellen von dichterem Gefüge, deren Stellung auf den Durchschnittsflächen die Anordnung und den Verlauf der Gefäßbündel des Stengels leicht erkennen läßt. Es erscheinen hiebei zwei Haupttypen ihrer Stellung und Vertheilung; entweder nämlich sind sie in der Stengelmasse zerstreut (Fig. 269.), was bei allen Monocotyledonen (s. S. 117.) der Fall ist, oder sie stehen in einem geschlossenen Kreis (s. Fig. 270.), was bei den Dicotyledo=

269.



270.



nen (s. S. 118.) und den Farnkräutern, also bei der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen, als Regel gilt. Bei der letztgenannten Anordnung zerfällt, wie die umstehende Abbildung zeigt, die Stengelmasse in drei mehr oder weniger deutlich abgegrenzte Parthieen, nämlich a) das Mark oder das innerhalb des Gefäßbündelrings liegende Zellgewebe, b) die Rinde, die diesen Ring von außen umschließt, und c) die Markstrahlen, welche, zwischen den einzelnen Gefäßbündeln durchlaufend, Rinde und Mark untereinander in Verbindung setzen. In den krautartigen Stengeln der Dicotyledonen ist das Mark stets im Verhältniß sehr umfangreich; oft vertrocknet es auch im Laufe des Wachsthums der Theile, oder verschwindet nach und nach ganz, wodurch der Stengel im Innern hohl oder röhrig wird, wie z. B. bei vielen Doldenpflanzen.

Im Stengel der Monocotyledonen, deren Gefäßbündel zerstreut stehen, findet eine Sonderung der Masse in der oben angegebenen Weise natürlich nicht statt, wie man z. B. am Durchschnitt des Maisstengels sehen kann, auf dessen Fläche die die Gefäßbündel bezeichnenden Punkte fast gleichmäßig vertheilt sind; ausnahmsweise findet sich diese Bildung auch bei einzelnen Dicotyledonen, z. B. beim Mohn. Doch können auch die zerstreuten Gefäßbündel in der Weise ungleich vertheilt seyn, daß die Mitte des Stengels wie sein äußerer Umfang von ihnen frei bleiben, und so eine Art von reinzelligem Mark und Rinde darstellen, welche aber nie, wie bei den Dicotyledonen, durch einen geschlossenen Gefäßbündelkreis scharf und regelmäßig abgegränzt werden. Besonders charakteristisch ist der Bau des Stengels in der großen Familie der Gräser; die zerstreuten Gefäßbündel sind nämlich hier in der Regel sehr gegen den Umfang zusammengedrängt, wodurch das in der Achse des Stengels oder Halms gelegene Zellgewebe von ihnen freibleibt, und indem es allmählig ganz verschwindet, eine innere Höhlung zurückläßt, welche aber nach dem eben Gesagten mit der Markröhre des Dicotyledonenstengels nicht zu vergleichen ist. An den Knoten des Grashalms, wo je zwei Stengelglieder aufeinandertreffen, laufen aber die Gefäßbündel querüber, wodurch, indem sich hier das Zellgewebe erhält, Scheidewände entstehen, die die innere Höhlung an den den Knoten entsprechenden Stellen unterbrechen.

In denjenigen Achsenorganen der Pflanzen, welche zu längerer Dauer bestimmt sind, so namentlich im Stamm der Bäume und Sträucher, geht eine eigenthümliche Veränderung vor, die wesentlich darin besteht, daß ihr Gefüge dichter und fester wird, und die wir als „Verholzung“ bezeichnen. Solche Theile bestehen dann fast ausschließlich aus Gefäßbündeln und zwar vorwiegend aus Prosenchymzellen,

die ja der Masse nach in der Regel deren Hauptbestandtheil ausmachen. Diese Prosenchymzellen, oder wie sie auch mit Recht genannt werden: die Holzzellen, haben sehr verdickte und seitlich fest untereinander zusammenhängende Wandungen, wodurch eben das dichte Gefüge der Holzmasse, sowie durch ihre gestreckte Gestalt deren faserige Structur veranlaßt wird. Die Gefäße im Holz sind vorzugsweise Treppen- und punctirte Gefäße, während in den jüngeren und noch krautartigen Theilen nur Netz-, Ring- und Spiralgefäße vorkommen; daraus geht hervor, daß beim Verholzen der Theile sich die letztern allmählig in jene umwandeln. Der Saft verschwindet aus den verholzenden Theilen im Lauf der Zeit immer mehr und mehr, indem er zur Verdickung der Wandungen durch Ablagerung in fester Gestalt verwendet wird; darum ist das reife oder sogenannte Kernholz saftlos oder trocken, und die Höhlungen seiner Elementarorgane sind mit Luft erfüllt; auf letzterem Umstand, daß nämlich im Innern des Holzes Luft in zahllosen kleinen Höhlungen sich eingeschlossen findet, beruht das Schwimmen desselben im Wasser; ist die Luft erst einmal aus diesen Räumen verdrängt, was geschieht, wenn das Holz längere Zeit unter dem bedeutenden Druck großer Wassermassen verweilte, wie z. B. das eines gesunkenen Schiffs, so verliert das Holz die Fähigkeit zu schwimmen, und sinkt vermöge des größern specifischen Gewichts seiner festen Bestandtheile im Wasser zu Boden.

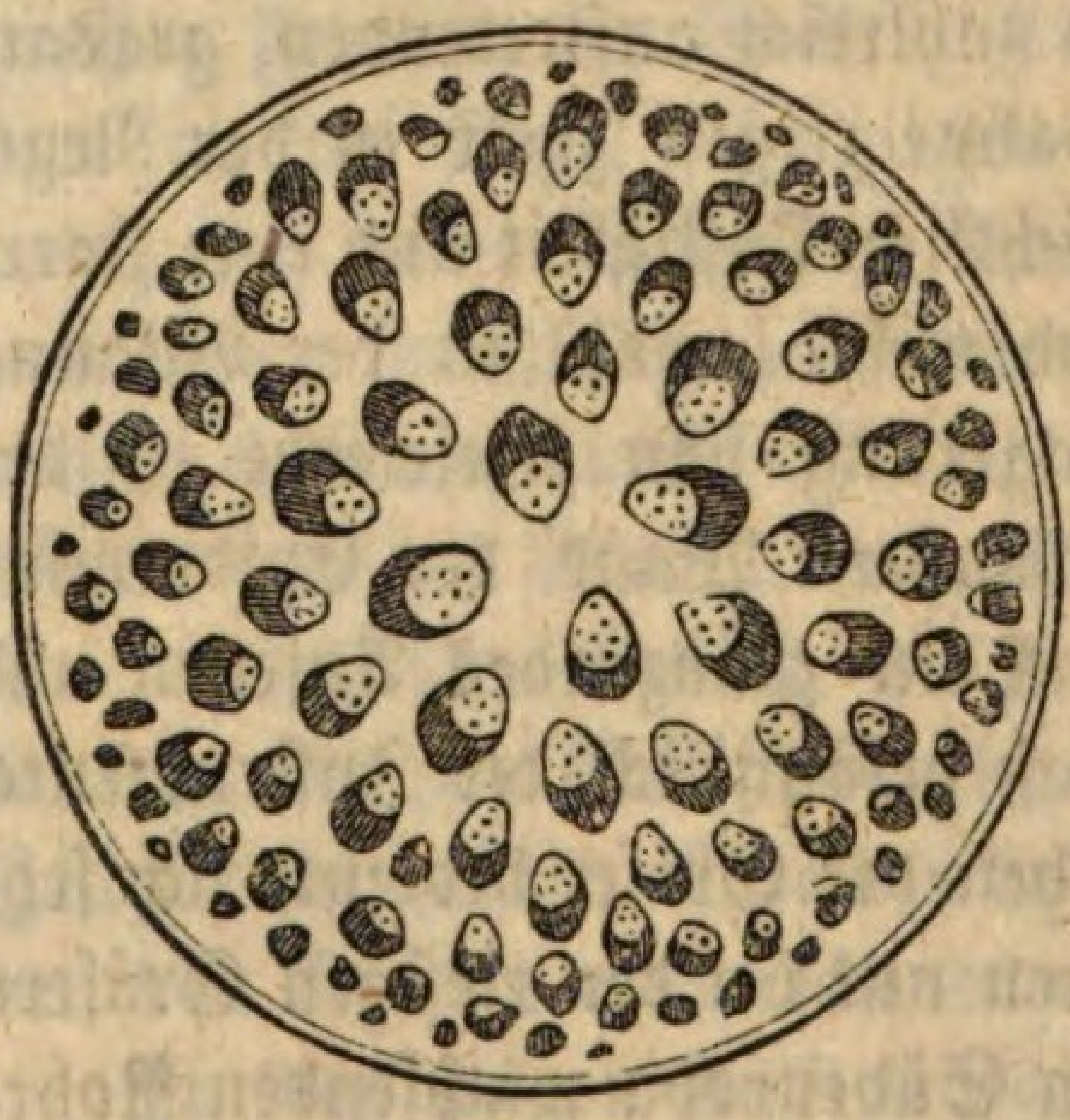
Die Pflanzen mit zerstreuten Gefäßbündeln: die Monocotyledonen zeigen im Ganzen seltener eine eigentliche Holzbildung, wie denn unter den sämmtlichen Gewächsen dieser Abtheilung in unserem Klima sich kein einziges mit einem Holzstamm versehenes findet; so sind namentlich die in unserer Flora so zahlreich auftretenden grasartigen Pflanzen alle krautartig; ihre Halme zeigen zwar in der Regel im Verhältniß zu ihrer Masse eine beträchtliche Festigkeit und eine starre Consistenz, diese hat aber ihren Grund nicht sowohl in der Bildung holziger Masse, als vielmehr in Ablagerung von Kieselerde in der Oberhaut und ganz besonders in der äußern Wand der Epidermiszellen, welche der Oberfläche des Halms ein glänzendes Ansehen und eine beträchtliche Härte verleiht, so daß bekanntlich die Instrumente, deren man sich zum Schneiden und Mähen der Gräser bedient, sich sehr rasch abstumpfen. Holzige Halme kommen nur bei den riesigen Gräsern der wärmeren Länder vor, so bei dem in Südeuropa wachsenden Rohrschilf (**Arundo Donax**), und bei dem in den Tropenländern ganze Wälder bildenden Bambus. Die Stämme der letzteren werden über 20′ hoch und armsdick, doch haben sie im Wesentlichen ganz dieselbe Structur wie die zarten Halme unserer Wiesengräser; wie bei diesen ist im Innern eine an den Knoten von Querscheidewänden unterbrochene

Höhle, da die Gefäßbündel sich nach dem Umfang des Stengels zu zusammendrängen, und so, trotz ihrer zerstreuten Stellung, einen Hohlcylinder bilden; die große Härte und Tragkraft des Bambusrohrs wird indessen ebenfalls wesentlich durch die in der Oberhaut abgelagerte Kieselerde mitbedingt, welche in ältern Stammstücken sogar so vorherrschend wird, daß dieselben am Stahle Funken geben.

Den eigentlichen Typus der Holzbildung bei den Monocotyledonen finden wir in dem baumartigen Stock der Palmen (s. S. 20. Fig. 17 und 19.) vor, welche herrliche Pflanzenfamilie bekanntlich nur in den wärmern Klimaten vorkommt, sowie bei einigen verwandten Pflanzen, wie dem Pandanus (s. S. 11. Fig. 2.), dem Drachenbaum u. s. w. Diese Stämme, säulenförmig oder auch bauchig aufgetrieben, meist ungetheilt, seltener im höhern Alter an der Spitze verzweigt, endigen in eine einfache Krone großer Blätter, deren äußerste in dem Verhältniß, wie der Stamm durch Weiterwachsen dieser Gipfelknospe sich verlängert, verwelken und abfallen. Sie hinterlassen hiebei auf der Oberfläche des Stamms ringförmige Blattnarben, oder es bleibt ihr unterster Theil bald in der Gestalt von dornigen Schuppen, bald als ein verworrenes Fasergeflecht (aus den Gefäßbündeln der Blattscheibe gebildet) zurück, und bilden so häufig eine dichte Umhüllung des Stamms, wie z. B. bei der südeuropäischen Zwergpalme, welche aber hienach offenbar nicht dem Stamm als solchem angehört und also auch keine eigentliche Rinde ist.

Schneidet man einen Palmstamm quer durch, so zeigt er sich aus

271.

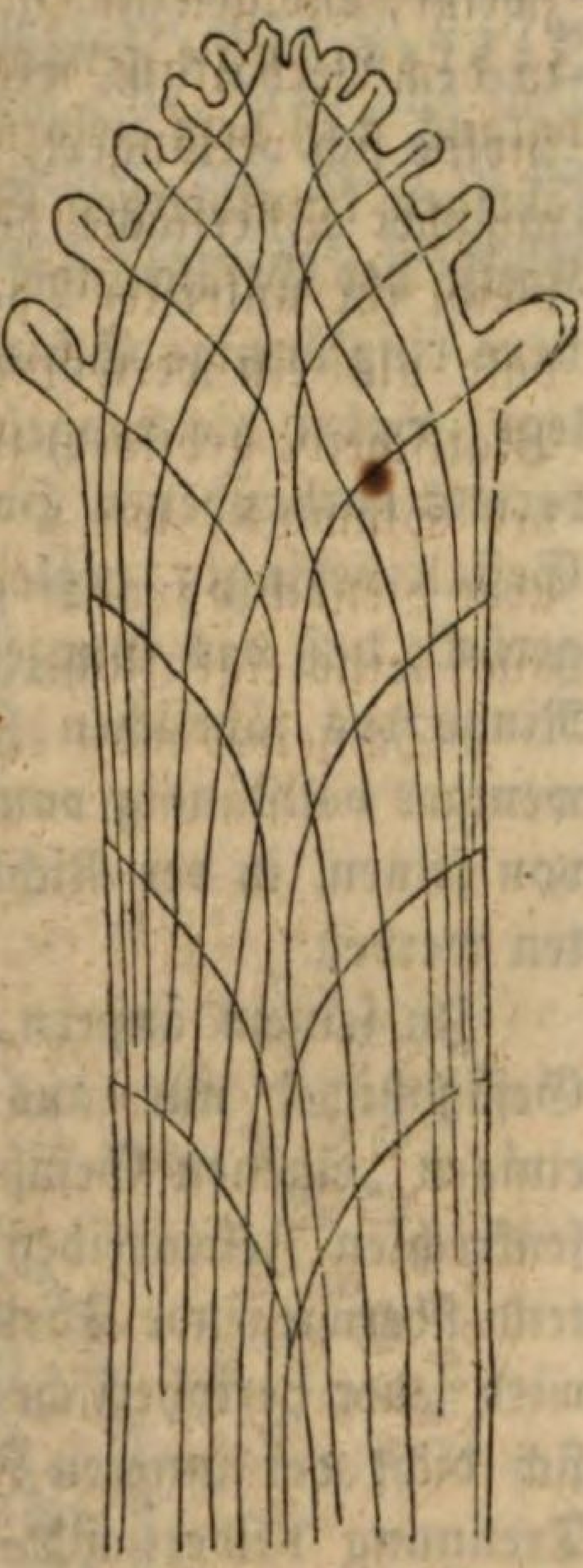


Zellgewebe gebildet, in welchem eine große Menge von Gefäßbündeln scheinbar ohne Ordnung zerstreut sind (Fig. 271.), wobei sie jedoch stets in der Mitte lockerer stehen und von beträchtlicherem Durchmesser sind, während sie nach dem Umfang zu immer kleiner erscheinen und sich dichter zusammendrängen, daher denn hier die Festigkeit und Härte des Holzes von innen nach außen zunimmt, während umgekehrt das Holz unserer einheimischen Bäume je weiter nach innen um so dichter wird. Manchmal verlieren sich nach dem Mittelpunkt des Palmstamms zu die Gefäßbündel so vollständig, daß in der Mitte eine Art reinzelligen Marks sich vorfindet, das dann häufig ganz mit abgelagertem Stärkemehl sich füllt,

wie z. B. bei der ostindischen Sagopalme, aus deren Stamm man durch Auswaschen den ächten Sago gewinnt.

Wenn man die Gefäßbündel in einem der Länge nach gespaltenen monocotyledonischen Stamm in ihrem Verlauf durch's Zellgewebe verfolgt, so findet man, daß sie alle in den Blattnarben oder den Blättern der Gipfelknospe endigen, und daß sie von da an (in der Richtung von oben nach unten verfolgt) zuerst ihren Weg nach dem Centrum des Stammes zu nehmen, dann aber bogenförmig nach außen treten, wo sie dann, in einer der Oberfläche parallel laufenden Richtung herabsteigend, endigen. Dabei nehmen sie zugleich im Herablaufen immer mehr und mehr an Dicke ab; dadurch entsteht dann, wie die obenstehende Fig. 271. zeigt, der Anschein als wenn die weiter nach außen liegenden Gefäßbündel beträchtlich kleiner wären, als die gegen das Centrum hin gelegenen; diese sind aber nur darum von beträchtlicherm Durchmesser, weil sie mehr in ihrem obern Theil durchschnitten sind, während der Querschnitt die äußeren zum obern, jüngern Stammtheil gehenden Bündel in ihrem untern verdünnten Theile trifft, wie man das aus dem nebenstehenden schematischen Längsschnitt eines solchen Stammes (Fig. 272.) sich deutlich machen kann.

272.



Zugleich ist aus demselben zu ersehen, daß sich die Holzfasern im Stamm der Monocotyledonen winkelig durchschneiden oder kreuzen müssen, wie man das auch deutlich an dem zu Spazierstöcken verwendeten „Palmholz" bemerkt; doch tritt dieser Umstand nur dann augenfällig hervor, wenn die Stengelglieder verkürzt und dadurch die Ansatzstellen der Blätter, zu denen die Gefäßbündel sich begeben, einander genähert sind, wogegen bei sehr gestreckten Stammgliedern, dergleichen z. B. das sogenannte „spanische Rohr" zeigt, dieselben auf weite Strecken fast parallel erscheinen. Noch ist zu bemerken, daß der gegen das Centrum des Stamms stehende oder innere Theil der Gefäßbündel allein wirkliche Gefäße enthält, der äußere dagegen (der „Basttheil") nur aus dickwandigen Prosenchemzellen besteht, während auf der Gränze beider meist ein Bündel eigener Gefäße sich vorfindet.

Der Gefäß- oder Holztheil nimmt nun, je weiter man den Bün-

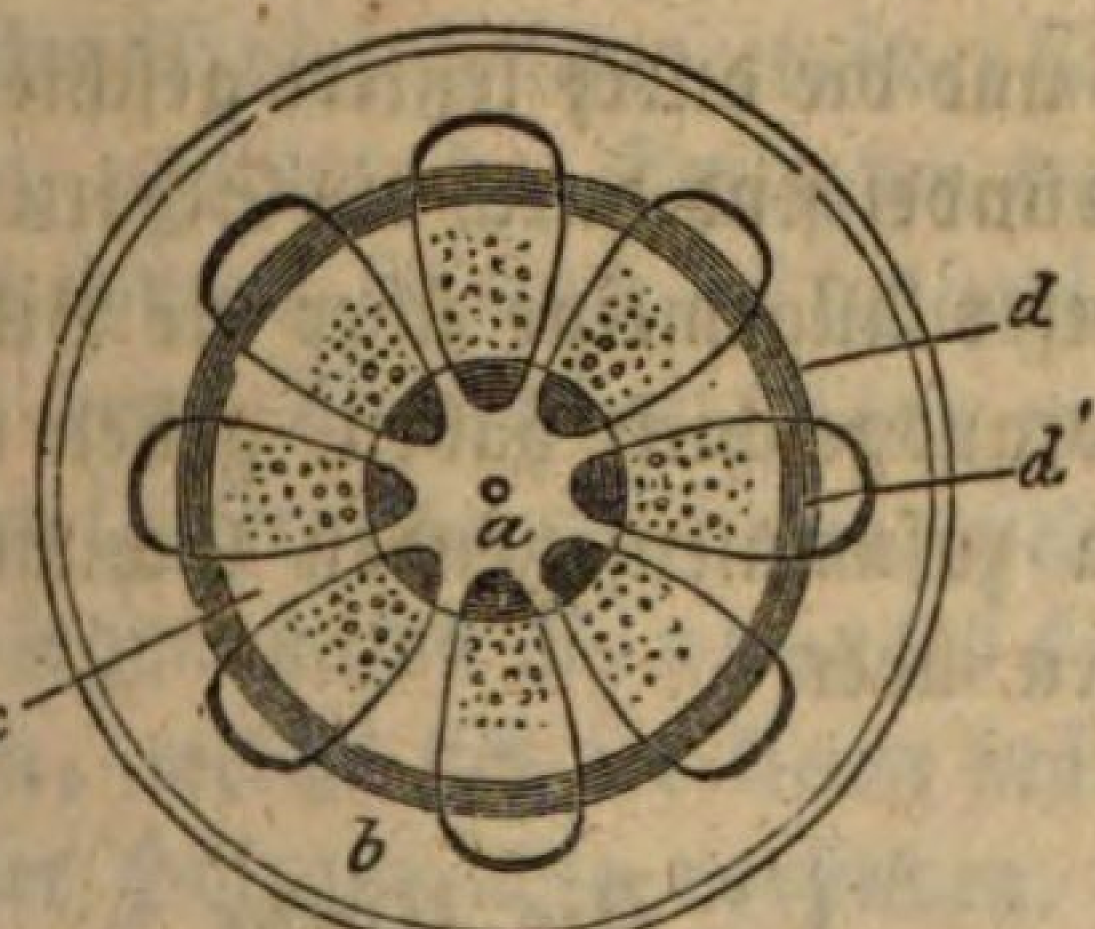
del nach abwärts verfolgt, um so mehr an Umfang ab, während der Basttheil überwiegt und jenen zuletzt ganz verdrängt; demzufolge erscheint letzterer in den äußern Bündeln, d. h. in den in ihrem untern Verlauf durchschnittenen, vorwiegend und zuletzt nur noch allein vorhanden, wie das die obenstehende Figur, in der der Basttheil durch dunklere Schattirung ausgezeichnet ist, deutlich erkennen läßt.

Ganz anders als in den bisher beschriebenen Fällen zeigt sich die Bildung des Holzes bei unsern Laub- und Nadelhölzern, überhaupt bei den dicotyledonischen Pflanzen; hier bildet es nämlich einen geschlossenen Cylinder: den Holzkörper, in dessen Achse die Markröhre verläuft, und welcher in seinem äußern Umfang von der zelligen Rinde umgeben ist. Charakteristisch ist ferner für das Holz der Dicotyledonen seine Zusammensetzung aus concentrischen Schichten oder Ringen, welche, weil ihre Zahl alljährlich um eines zunimmt, Jahresringe genannt werden. Ihre Entstehung erklärt sich einfach daraus, daß dem ursprünglich, d. h. im ersten Jahre ganz wie im einjährigen krautartigen Stengel (s. Fig. 270.) vorhandenen einfachen Kreise der Gefäßbündel, der neue Zuwachs sich Jahr um Jahr als eine neue ringförmige Schichte von Gefäßbündeln im äußern Umfang anlegt, wobei die neugebildete Masse sich genau der äußern Fläche der bereits vorhandenen Holzportionen anschließt, und so deren keilförmige Gestalt bedingt; zugleich sind letztere aber seitlich so nahe aneinandergerückt, daß das Ganze auf dem Durchschnitt deutlich die concentrischen Ringe des jährlichen Zuwachses zeigt, die nur von den mehr oder weniger vollständig vom Mark zur Rinde laufenden Markstrahlen wie von feinen, in der Richtung der Radien gezogenen Linien, durchschnitten werden.

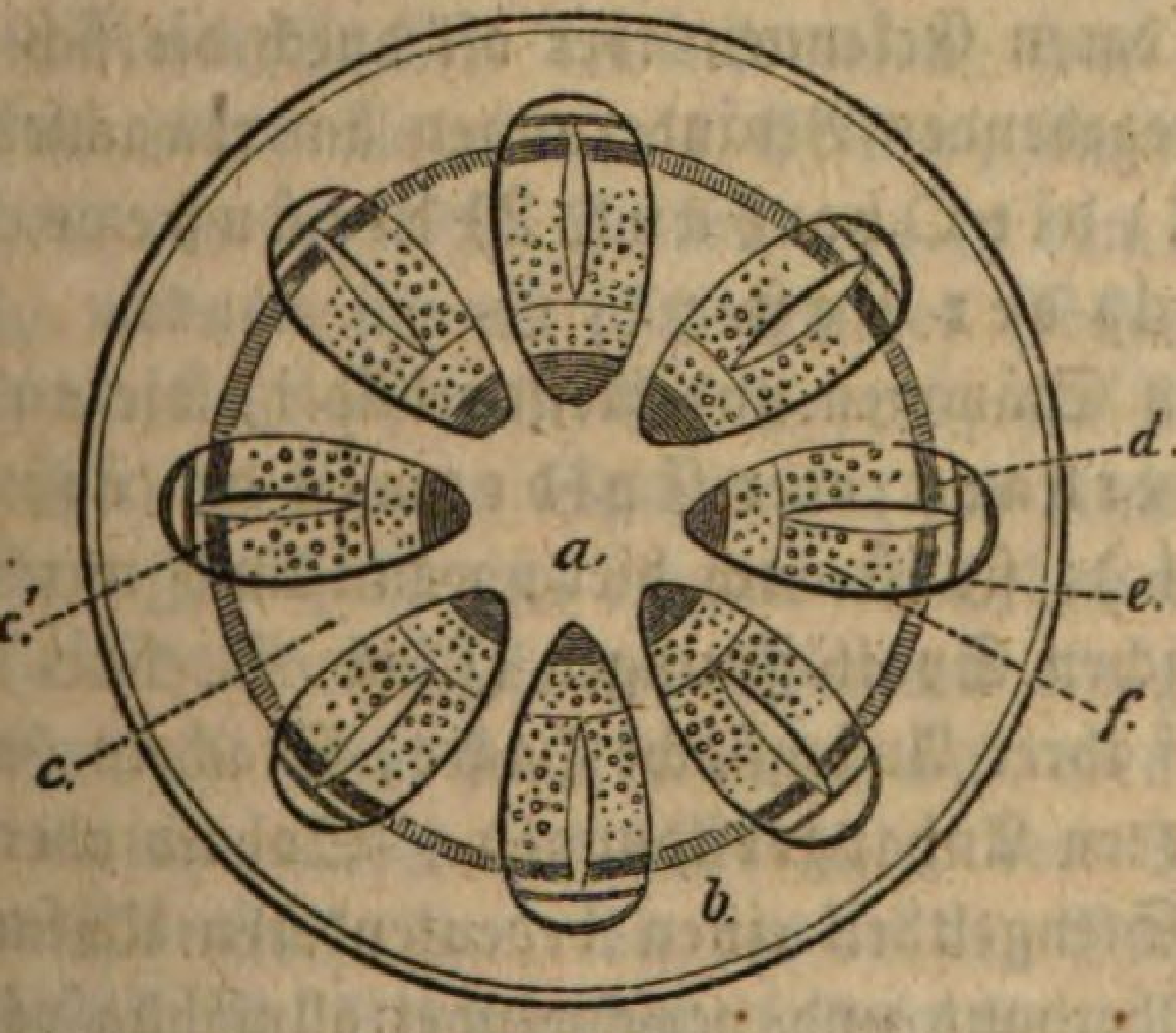
In seinem äußern, der Rinde zugewendeten Theile besteht jeder Gefäßbündel nur aus gestreckten, sogenannten Bastzellen nebst einigen „eigenen Gefäßen" (d. h. mit abgesonderten Säften erfüllten senkrechten Zellenreihen); während nun der übrige, an Masse bedeutend überwiegende Theil des Bündels sich dem Holzkörper anschließt, wird jener peripherische oder Basttheil nach außen gedrängt, und legt sich dicht der inneren Fläche der zelligen Rinde an; die vollständige Trennung beider wird aber dadurch veranlaßt, daß eben auf ihrer Gränze der Anwuchs der neuen Masse geschieht. An dieser Stelle nämlich tritt im Frühjahr der Bildungssaft oder das Cambium auf, eine schleimige Flüssigkeit, welche im weitern Verlauf der Vegetation sich in die Gefäßbündelmasse des neuen Jahresrings umwandelt. Daher löst sich auch im Frühling zugleich mit der zelligen Rinde der Holzpflanzen der Bast, gebildet aus den Basttheilen aller Gefäß-

bündel des Stamms leicht vom Holzkörper ab, der dann in seinem Umfang mit dem Cambium bedeckt ist, welches das Material für den neuen Zuwachs bildet; es ist nämlich bestimmt, in einen Holzring, der sich den vorhandenen als neuester anschließt, umgewandelt zu werden, indeß seine Bastzone sich den frühern von innen anlegt. Dadurch, daß sich dieser Prozeß von Jahr zu Jahr in gleicher Weise wiederholt, geschieht es, daß der Holzkörper aus ebensoviel Schichten zusammengesetzt ist, als der Stamm oder Ast Jahre zählt, und daß von diesen Jahresringen immer die äußersten die jüngsten sind, während auch der Bast eine entsprechende Anzahl von, freilich sehr dünnen, Schichten aufzuweisen hat, von denen aber die innersten die jüngsten sind, weil eben der Bast von innen her, das Holz aber durch Anlagerung von außen wächst. Am besten wird man sich diese Vorgänge und die hieraus hervorgehende charakteristische Structur des Holzstamms der Dicotyledonen versinnlichen können, wenn man die Figuren 273—275 vergleicht, welche Durchschnitte von einem ein-, drei- und fünfjährigen Stamm in schematischer Darstellung geben; das Mark ist dabei mit a, die Rinde mit b, die Markstrahlen mit c bezeichnet, die Cam-

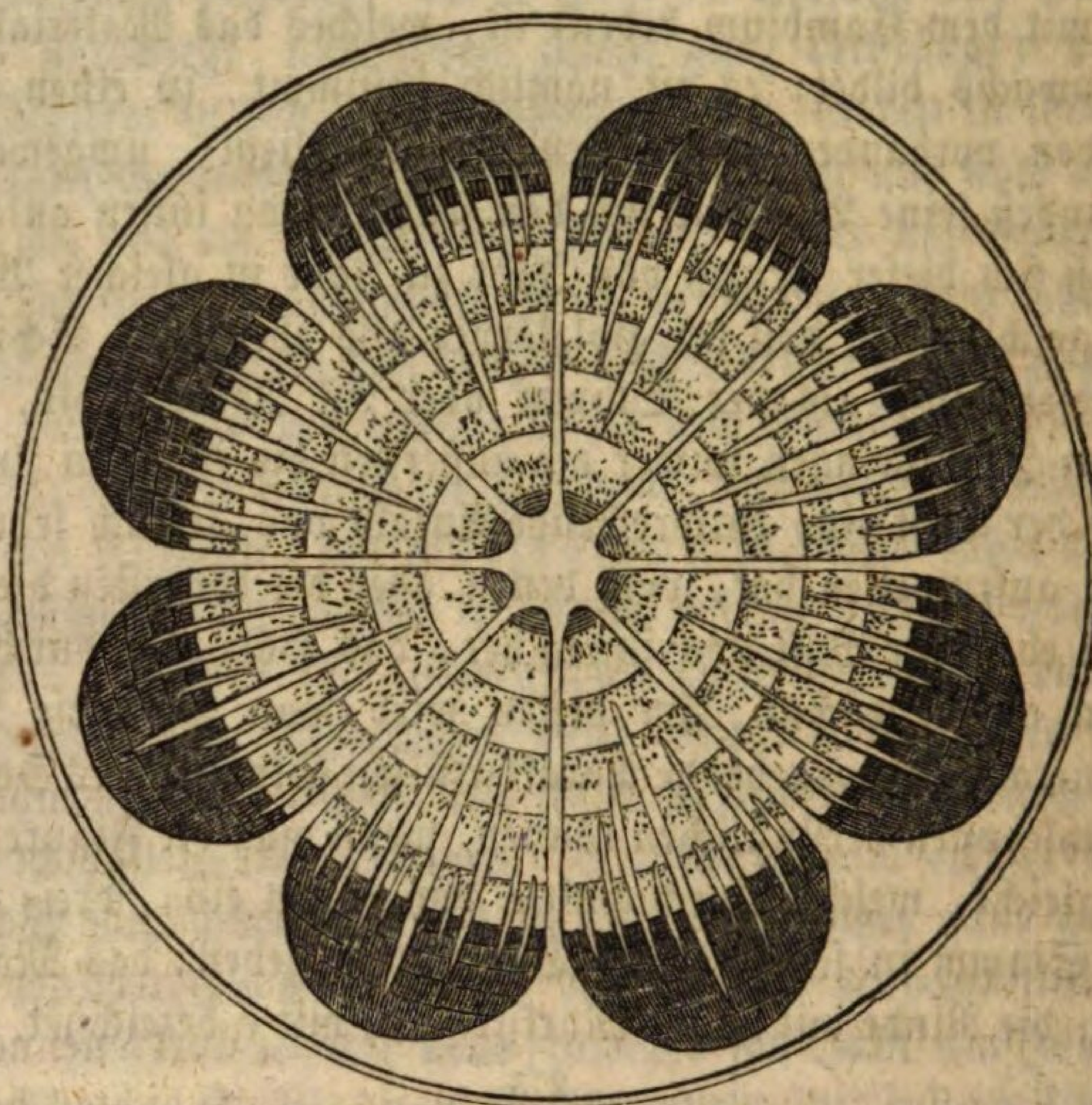
273.



274.



275.



biumschicht mit dd', und die durch letztere geschiedenen Holz- und Bastportionen der Gefäßbündel sind durch die Schattirung kenntlich gemacht.

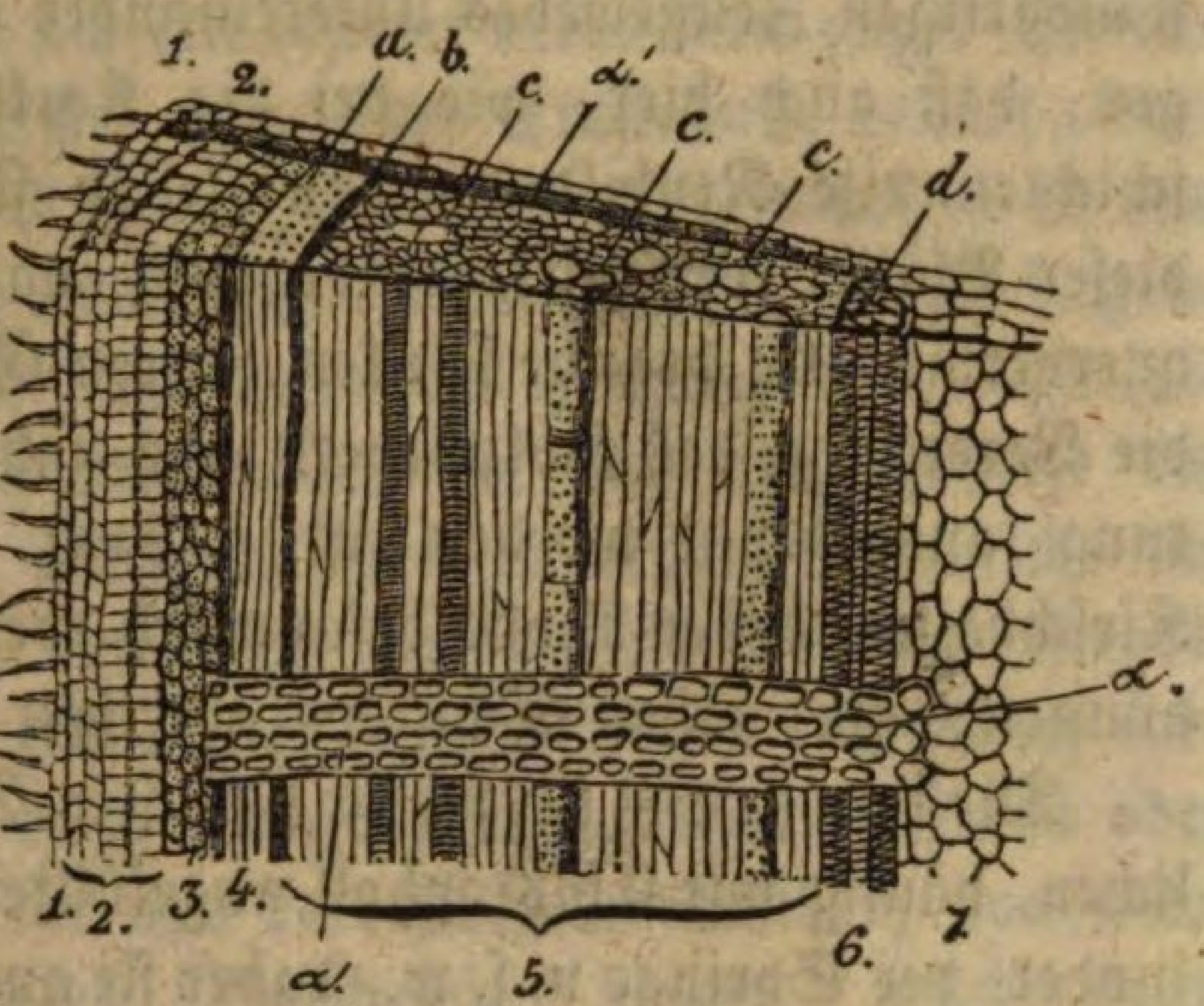
Nachdem wir dieses Allgemeine über die Bildung des dicotyledonischen Holzstamms vorausgeschickt haben, gehen wir nun zur besondern Betrachtung der ihn zusammensetzenden Schichten in der Reihenfolge von außen nach innen über.

I. Die Rinde.

Sie besteht stets ursprünglich aus folgenden vier deutlich getrennten Schichten, deren Erkennen aber oft durch die sich an denselben im spätern Alter begebenden Veränderungen am erwachsenen Stamm sehr schwierig ist; 1) die Oberhaut, 2) die äußere, 3) die innere Zellschicht, 4) der Bast.

An jüngern Stämmen und Aesten bildet, wie an allen Pflanzentheilen die Oberhaut oder Epidermis den äußern Ueberzug (s. Fig. 276 bei 1.); sie ist auch hier, wenn auch nur sparsam mit den ihr eigenthümlichen Spaltöffnungen (s. ob. S. 148.) versehen, und trägt häufig auf ihrer Außenfläche Haare, Stacheln (wie z. B. bei der Rose) und andern Anhangsbildungen. Sobald aber mit zunehmendem Alter der Stengeltheil einen bedeutenderen Umfang gewinnt, so zerreißt seine Oberhaut und verschwindet allmählig völlig.

276.



Die äußere Zellschicht (s. Fig. 276 bei 2.) folgt zunächst unter der Oberhaut; so lange diese noch zusammenhängend ist, besteht sie nur aus wenig Schichten mauerförmigen oder würfeligen Zellgewebes; sobald aber in Folge des weitern Wachsthums der Theile — meist schon im zweiten bis fünften Jahr — die Epidermis zerreißt, so beginnt eine Neubildung zahlreicher, in horizontalen Reihen zusammenhängender Zellen, wodurch sich in vielen Fällen diese äußere Zellschicht sehr beträchtlich verdickt. Durch das nach allen Seiten wuchernde Wachsthum dieser neuentstandenen Zellreihen, die nach und nach vertrocknen und sich mit Luft füllen, entsteht dann die Substanz, die wir „Kork" nennen, daher die in Rede stehende Rindenzone auch wohl als „Korkschichte" bezeichnet wird; am ausgezeichnetsten ist diese Bildung bei der südeuropäischen Korkeiche (Quercus Suber), von der der Kork zum technischen Gebrauche eingesammelt wird, doch kommt sie auch bei inländischen Bäumen ganz ähnlich vor, namentlich beim Maßholder (Acer campestre) und der Korkulme, wo sie sich in spätern Jahren indeß wieder verliert.

Hier sind auch die sogenannten Rindenhöckerchen oder Lenticellen zu erwähnen, welche sich als kleine bräunliche Warzen auf der jüngern Rinde vieler Holzgewächse vorfinden. Früher hielt man sie mit Unrecht theils für Drüsen der Stengeloberhaut, theils für Wurzelknöspchen, weil an einem in Wasser gestellten Weidenzweig die Wurzeln manchmal an diesen Stellen hervorkommen, was aber ganz zufällig ist. Sie sind nichts Anderes als Stellen, an denen bei noch unverletzter Oberhaut eine partielle Korkbildung in den tieferliegenden Schichten statthat, wodurch sich ein schwammiges Höckerchen aufwirft. Sehr deutlich sind die Lenticellen bei der Pappel, wo sie zugleich den Anfang der später hervortretenden Spaltungen der Rinde bilden.

Wenn die äußere Zellschicht eine bedeutende Dehnbarkeit besitzt, so daß sie noch bei beträchtlicher Dicke des Stamms als zusammenhängende Schichte auftritt, so heißt sie Rindenhaut oder Periderm. Sie bietet dann manchmal bis ins hohe Alter des Stammes eine gleichförmige glatte Oberfläche dar, wie das bei den Buchen und beim Orangenbaum der Fall ist. Bei der Birke besteht sie aus einer großen

Anzahl papierdünner Blätter, welche durch feine Schichten weißen staubartigen Zellgewebes untereinander getrennt sind, und welche zeigen, daß auch hier, wie bei der Korkbildung, eine starke und zwar schichtenweise Neubildung von Zellen statthat; auf der innern Seite dieser Blätter der Birkenrinde sieht man die Lenticellen als sehr stark querverlängerte braune Flecken, deren Gestalt beweist, wie sehr durch die Verdickung des Holzkörpers das zähe Periderm in seitlicher Richtung ausgedehnt worden ist. Ganz ähnlich ist die Bildung beim Kirschbaum, dessen Rinde bekanntlich ebenfalls sich in rundumgehenden dünnen, aber zähen Schichten abreißen läßt.

Die innere Zellschicht (s. Fig. 276 bei 3.) besteht aus rundlichen, häufig mit Chlorophyll angefüllten Zellen, wie z. B. beim Hollunder, der Syringe u. s. w., daher sie auch wohl die grüne Rindenschicht genannt wird; auch sie hat gleich der Korkschicht eine große Neigung neue Zellschichten zu entwickeln, und sie wird durch diesen Prozeß, der manchmal auch in der noch tieferliegenden Bastschicht seinen Sitz hat, die Ursache der sogenannten Borkenbildung. Bei den meisten Bäumen, besonders aber bei denen unserer rauhern Klimate, wird nämlich am ältern Stamm die Rinde, welche mit der Ausdehnung des Holzkörpers nicht mehr Schritt halten kann, durch unregelmäßige, netzförmig ineinanderlaufende Längsspalten zerrissen, während zugleich die Rindenmasse, namentlich an den Rändern der Spalten, die dadurch wulstig aufgeworfen werden, durch Anlage von neuen, später vertrocknenden Zellmassen sich verdickt; so entsteht die rauhe Borke der Eiche, des Birnbaums u. s. w.; selbst an der Birke und dem Kirschbaum erreicht die Dehnbarkeit der zähen Hautrinde ihre Gränze, und die Oberfläche des alten Stamms zeigt sich ebenso, wie in den vorgenannten Beispielen, durch Borkenbildung zerrissen. Bei vielen Bäumen werden zugleich mit dem Anwuchs der Borke von innen, und durch denselben die äußeren Schichten in Gestalt von Schuppen mehr oder weniger vollständig abgelöst, wie z. B. beim Apfelbaum; bei der Platane fallen alle diese Schuppen bekanntlich ab, und dadurch erhält der Baum seine oft ganz glatte, oder nur mit einzelnen losen Stücken der Borke besetzte Stammoberfläche. Bei der Rebe endlich werden alle reinzelligen Rindenschichten mit vorrückendem Alter abgeworfen, daher hier die Hülle des Stamms von den bloßliegenden Bastschichten gebildet wird.

Der Bast (s. Fig. 276 bei 4.) ist aus den Basttheilen der sämmtlichen Gefäßbündel gebildet, und gehört also seiner Entstehung nach eigentlich nicht der Rinde an; doch wird er mit Recht als ihre innerste Schichte aufgeführt, wie er dann auch bei der Ablösung der Rinde vom

Holzkörper, die durch das dazwischenliegende Cambium (Fig. 276 bei b.) sehr erleichtert wird, stets sich mit ersterer verbunden zeigt. Seiner dünnblättrigen Structur, die sich aus seiner Entstehung erklärt, verdankt er seinen lateinischen Namen: liber (Buch); dabei ist er aus sehr langgestreckten und zähen Prosenchymzellen gebildet, welche Eigenschaften ihn zu Flechtwerk u. drgl. besonders geeignet macht; zu solchen technischen Zwecken wird bekanntlich bei uns vorzugsweise der Lindenbast verwendet. Die plattgedrückten Faserbündel, welche die Schichten des Bastes bilden, verlaufen häufig nicht senkrecht gestreckt, sondern sie sind hin- und hergebogen oder geschlängelt. Dadurch entstehen zwischen ihnen mehr oder weniger längsgestreckte Lücken oder Spalten, die zur Aufnahme der aus dem Holz kommenden, von würfelartigem Zellgewebe gebildeten Markstrahlen dienen, welche dann durch diese in allen Schichten des Bastes sich entsprechenden Räume hindurch sich zum zelligen Theil der Rinde begeben, mit dem sie zusammenfließen. Sind diese Lücken zahlreich, und demgemäß die Bastbündel stark geschlängelt, so erscheint oft jede Bastschicht beim Ablösen wie ein zierliches Gewebe aus länglichen Maschen gebildet, dessen man sich auch von gewissen ausländischen Bäumen als von der Natur schon zubereitetes Material zu Kleidungsstücken, Schleiern u. drgl. bedient. Wenn die Zwischenräume beim Abziehen noch mit Zellgewebe erfüllt bleiben, so erscheint jede einzelne Bastschicht als eine zarte Haut; schon seit ältester Zeit brauchen die Chinesen den so beschaffenen Bast vom Papiermaulbeerbaum als Schreib- und Zeichenpapier.

II. Der Holzkörper.

Derselbe besteht, wie schon oben bemerkt wurde, aus einer den Altersjahren des Stammtheils entsprechenden Anzahl von concentrischen Schichten, deren innerste die ältesten, und demgemäß am stärksten verhärtet und verholzt sind — das sogenannte Kernholz —; die äußern, jüngsten dagegen, welche noch weicher und saftreich sind, werden als Splint (Alburnum) bezeichnet. Oefter unterscheiden sich diese Abtheilungen des Holzes auch nach ihrer verschiedenen Farbe von einander, wie z. B. bei der Ulme, Fichte und namentlich beim Buchs, wo der weißliche Splint auffallend gegen das braunröthliche Kernholz absticht; beim Ebenholz ist sogar das schwarze Holz von einer scharf abgegrenzten weißen Splintlage umgeben.

Die Dicke des Splints ist sehr verschieden, und läßt sich fast nie genau bestimmen, weil er allmählig sich durch Verdickung der Wände der Elementarorgane und Verschwinden des Safts aus ihrem Innern in Holz umwandelt, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt: „reift;“

nur solches „reife Holz“ kann für die meisten technischen Verwedungen gebraucht werden, da der Splint hiezu zu weich, und wegen seines Saftgehalts je nach Umständen dem ungleichen Austrocknen oder der Verderbniß durch Vermoderung ausgesetzt ist.

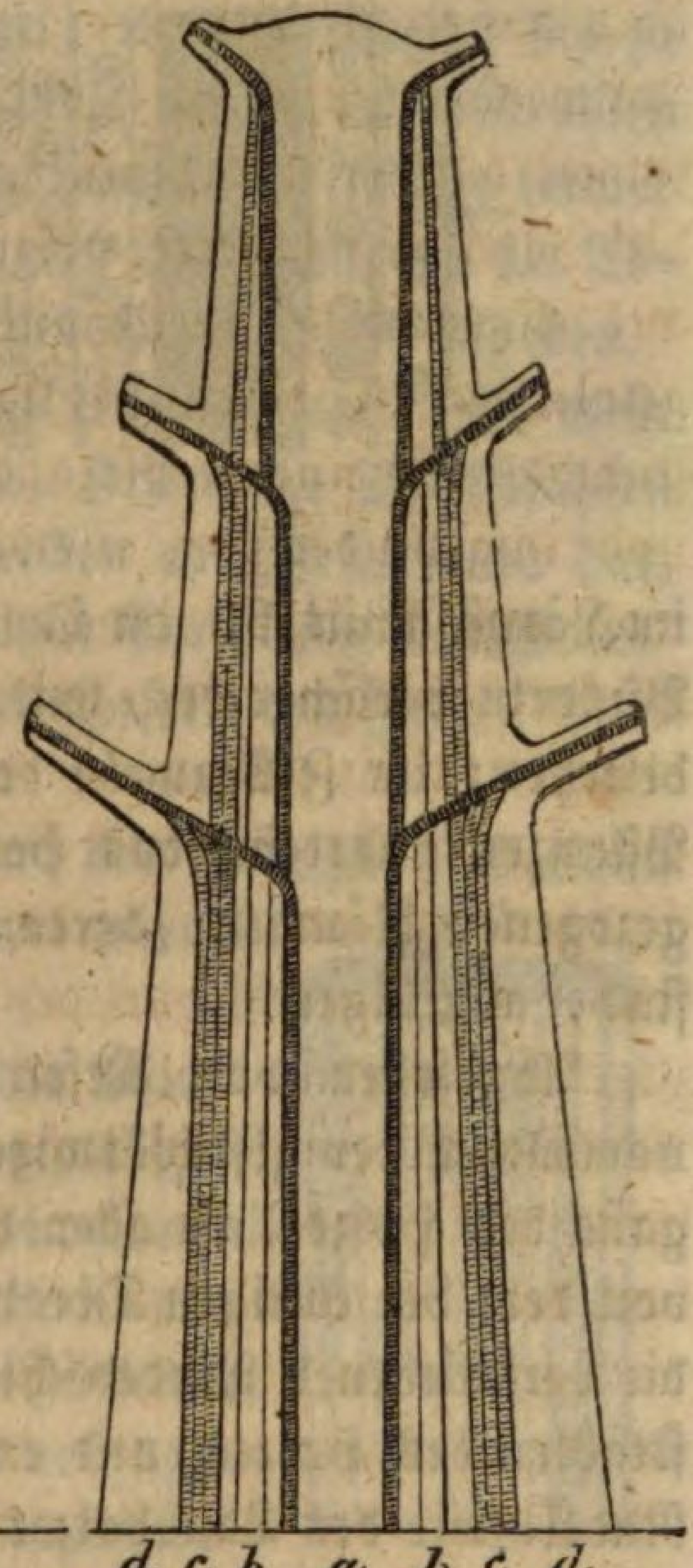
Gewöhnlich nehmen die Holzschichten oder Jahresringe von innen nach außen bis zu einer gewissen Gränze, die bei unsern Waldbäumen zwischen 30 und 40 Jahre fällt, an Dicke zu. Daß sie von da ab immer dünner und dünner werden, erklärt sich theils daraus, daß sich die später abgelagerte Holzmasse über eine beträchtlich größere Fläche ausdehnen muß, theils aus der überhaupt im Alter abnehmenden Vegetationskraft, deren Thätigkeit offenbar die Ablagerung wesentlich bestimmt. So finden wir auch an der Seite, wo der Baum am freiesten und ungehindertsten auswachsen und seine Aeste treiben kann, z. B. nach außen zu bei einem am Waldrand stehenden, die Jahresringe stärker; schwächer dagegen und schmäler sind sie an der Seite, wo er, etwa durch eine Mauer u. drgl., im Wuchs behindert ist; dieses ist die sogenannte Excentricität der Jahresringe, oder ihre verschieden starke Entwicklung an verschiedenen Theilen ihres Umfangs, welche man früher mit Unrecht von den Himmelsgegenden, denen die Stammseiten zugekehrt wären, abhängig glaubte.

Die Bildung der Jahresringe oder vielmehr die Möglichkeit ihrer Erkennung und Unterscheidung beruht wesentlich auf einer Verschiedenheit des Gewebes, welche darin besteht, daß in jedem Jahresring die nach innen zu liegenden Elementarorgane größer und weiter, die im äußern Umfang dagegen enger und kleiner sind, daher sich dieser dichtere Theil von dem darauffolgenden lockerern (innern) Gewebe des nächsten Rings deutlich abhebt. Diese Eigenthümlichkeit hat aber offenbar ihren Grund in dem periodisch beschleunigten und wieder allmählig nachlassenden, endlich im Winter ganz unterbrochenen Wachsthum der Holzmasse, welcher Wechsel durch die Periodicität der Jahreszeiten, und die hienach steigende und fallende Vegetationskraft bedingt ist. Ginge der Anwuchs stets gleichförmig vor sich, so könnte die Masse keine Abgränzung der einzelnen Jahresringe zeigen, sondern müßte gleichförmig erscheinen, was auch wirklich bei manchen Bäumen der Tropenländer der Fall ist. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Holzgewächse hat aber der Satz, daß je ein Holzring ein weiteres Altersjahr bezeichnet, seine volle Geltung. Direkte Beweise hiefür sind die Fälle, wo man Jahreszahlen und andere Merkzeichen im Innern eines Stamms, von einer Anzahl später gebildeter Holzringe bedeckt, die genau der inzwischen verflossenen Zeit entsprach, wieder vorgefunden hat; ebenso sind hier die Beobachtungen anzuführen, daß einzelne,

theilweis zerstörte Ringe im Holz bei Abzählung der darüber gelagerten Jahresschichten auf Jahre, welche durch heftige Winterkälte sich auszeichneten, zurückweisen.

Man kann daher das Alter eines Baumes mit Gewißheit nach der Zahl der Jahresringe schätzen, und es würden die Bastschichten, welche ja in gleicher Weise, wie die Holzringe sich bilden, eine Gegenrechnung möglich machen, wenn nicht ihre Dünne und ihre theilweise Zerstörung dieses in den meisten Fällen verhinderten. Uebrigens muß man, um das Alter eines Baumes kennen zu lernen, natürlich den Durchschnitt seines untern Theiles zur Zählung der Jahresringe wählen, da bei dem fortgesetzten Längenwachsthum und der stets weitergehenden Verzweigung offenbar Stamm, Aeste und Zweige je weiter nach außen umso jünger seyn müssen, und also auch stufenweise abnehmend immer weniger und weniger Jahresringe zeigen werden, bis man endlich zu den äußersten jährigen Trieben mit einfachem Gefäßbündelkreis gelangt. Zur Versinnlichung dieses Verhältnisses und des über den Bau und das Wachsthum des Dicotyledonenstamms überhaupt bisher Gesagten vergleiche man die nebenstehend (Fig. 277.) gegebene Darstellung des idealen Längsschnitts eines dreijährigen Stammes; das Mark ist mit a, der Holzkörper mit b, der Bast mit c und die zellige Rinde mit d bezeichnet.

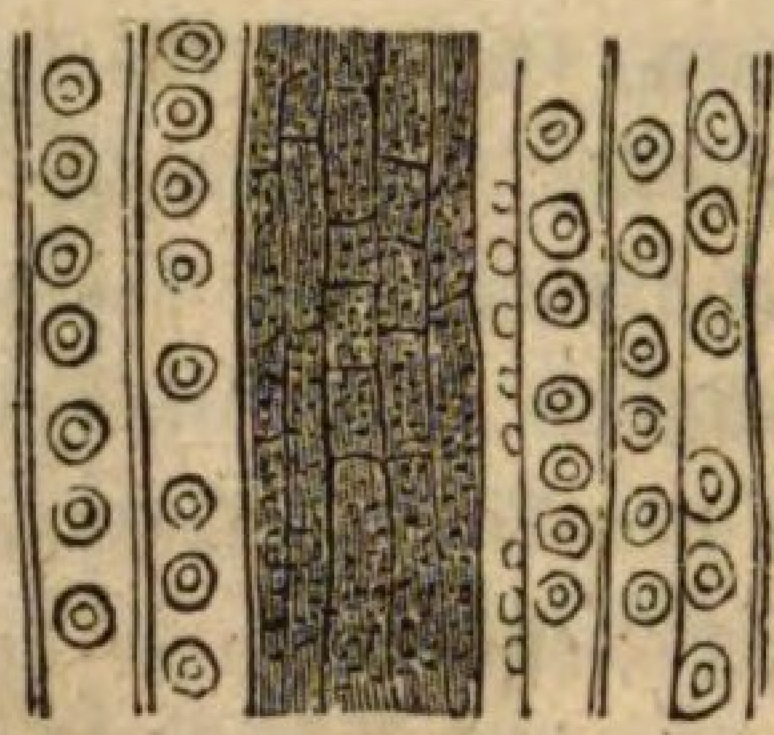
277.

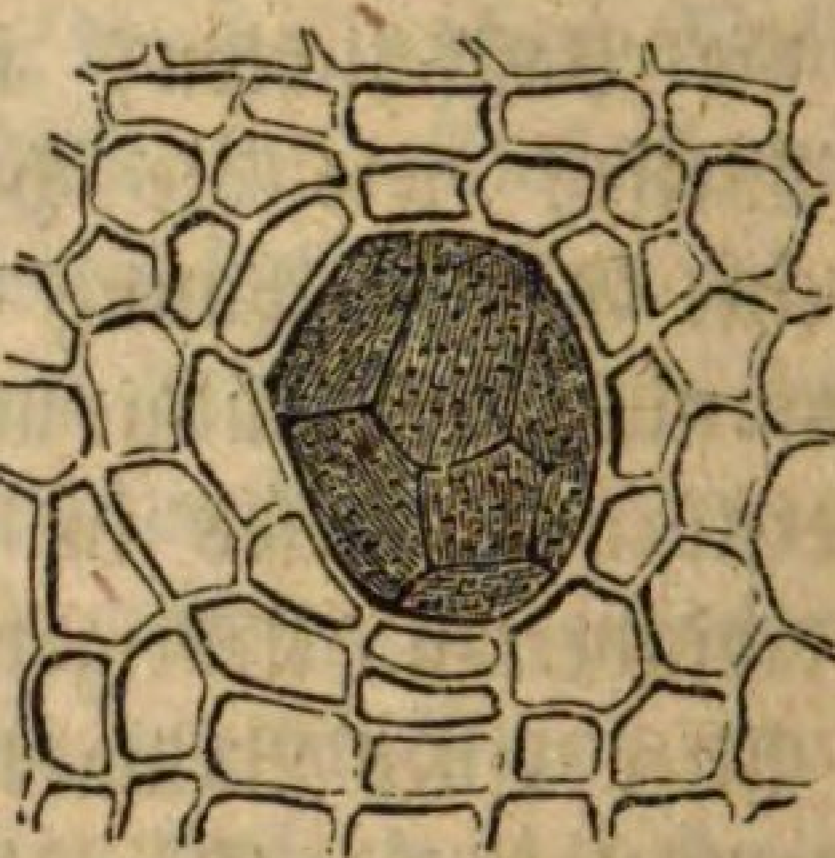


Der Holztheil der Gefäßbündel (s. Fig. 276 b. 5.) besteht aus dickwandigen Holzzellen, zwischen welche einzelne punktirte oder Treppengefäße (ebendaselbst bei ccc) eingestreut sind, die man auf dem Durchschnitt sogleich an ihren weiten Oeffnungen erkennt. Der innerste Theil des Holzkörpers enthält jedoch stets eigentliche oder abrollbare Spiralgefäße, und wird, weil er das Mark zunächst umgibt, M a r k s c h e i d e genannt (s. Fig. 276 b. 6.). Bei den N a d e l h ö l z e r n besteht mit Ausnahme dieser Spiralgefäße der Markscheide das ganze Holz nur aus den eigenthümlichen getüpfelten Prosenchymzellen (s. ob. Fig. 247.), welche im Durchschnitt viereckig sind, und auf ihren den Markstrahlen zugewendeten Seiten die mit einem Hof umgebenen Tüpfel

in senkrechter Reihe tragen. An dieser Bildung kann man die Nadelhölzer selbst noch im fossilen Zustande und im kleinsten Fragment wiedererkennen. Außerdem sind für dieselben, wenigstens im Vergleich zu unsern einheimischen Laubhölzern, die Harzgänge charakteristisch (s. Fig. 278 a

a. 278. b.





im Längsschnitt, b im Querdurchschnitt), welche aus strangförmigen Bündeln verlängerter, mit der harzigen Absonderung erfüllten Zellen bestehen; im Zellgewebe der Rinde und der krautartigen Theile dieser Pflanzen findet sich das Harz dagegen in rundlichen oder in die Länge gezogenen Räumen, deren Wände aus dichterm Zellgewebe gebildet sind, abgelagert.

Abgesehen von diesen so eben angeführten Eigenthümlichkeiten, namentlich der gleichförmigeren Gestaltung sämmtlicher Elementar-Organe des Holzes, ist aber der Stamm der Nadelhölzer nicht wesentlich von dem der übrigen Dicotyledonen unterschieden, und sind namentlich die verschiedenen Rindenschichten, der Bast, die Jahresringe und Markstrahlen des Holzes, und endlich das Mark selbst in den Stämmen des Nadel- wie des Laubholzes vorhanden.

Der Holzkörper stellt sich zwar im höhern Alter stets als ein geschlossener Cylinder dar; er ist aber aus einer Anzahl keilförmiger Parthieen zusammengesetzt, welche den ursprünglich im jährigen Trieb auftretenden Gefäßbündeln entsprechen und sich dadurch bilden, daß die neugebildeten Gefäßbündelparthieen immer unmittelbar hinter den vorhandenen entstehen, d. h. sich an ihre äußere peripherische Seite anlegen, während sie bei den Monocotyledonen abwechselnd mit den schon vorhandenen und zerstreut im Stammparenchym sich erzeugen. Da hiernach bei Letzteren jeder einzelne Gefäßbündel gleichsam für sich abgeschlossen ist, während bei den Dicotyledonen er sich durch die unmittelbare Anlagerung der neuen Masse stets fortsetzt, so bezeichnet man auch wohl letztere als Pflanzen mit ungeschlossenen, die Monocotyledonen aber als solche mit geschlossenen Gefäßbündeln.

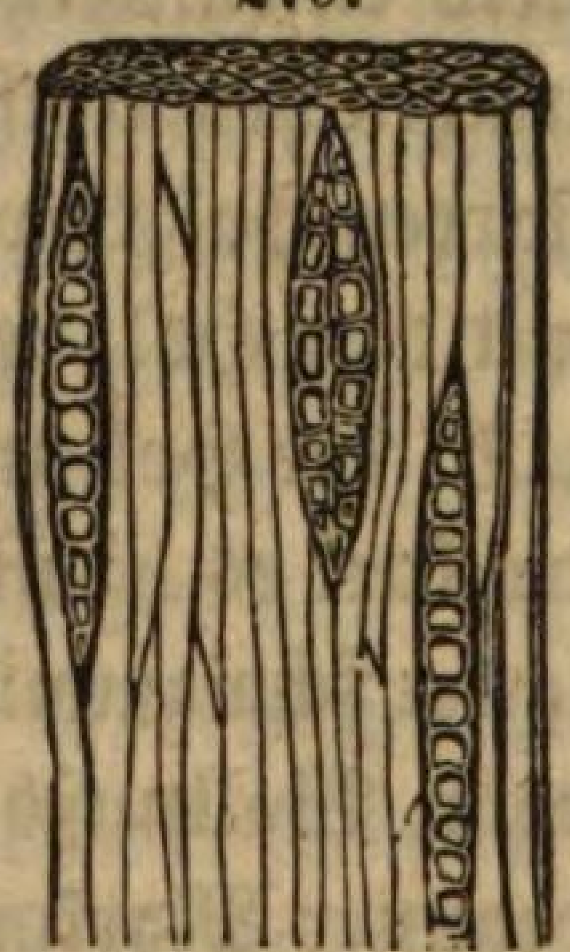
Das ursprüngliche Zellgewebe des Stengels wird durch das Anwachsen der keilförmigen Holzparthieen, die seitlich immer näher zu-

sammenrücken, mehr und mehr zusammengedrängt, bis es endlich nur noch in der Gestalt schmaler Streifen erscheint, welche Markstrahlen oder, weil sie häufig auf dem Durchschnitt sich durch Glanz und hellere Farbe auszeichnen: Spiegelfasern genannt werden. Sie laufen übrigens nicht alle vom Mark bis zur Rinde, sondern viele setzen erst in den spätern oder jüngern Jahresringen an, von wo sie sich bis zu dem entsprechenden Bastringe erstrecken; diese kurzen Markstrahlen werden nach außen zu oft in ganz regelmäßiger Stufenfolge immer häufiger (s. ob. Fig. 275.), und können dadurch in Fällen, wo die Abgrenzung der Jahresringe fehlt, das Alter des Holzkörpers angeben.

Je nachdem die Fasern des Holzes genau senkrecht oder bald mehr bald weniger hin- und hergebogen verlaufen, stellen die Markstrahlen mehr oder weniger breite Platten oder Lamellen von Zellgewebe dar, dessen Zellen in der Richtung vom Centrum zur Peripherie des Stammes verlängert sind, und die sich also mit den Fasern des Holzes kreuzen (s. Fig. 276 $\alpha\,\alpha$.).

Oft sind die einzelnen Markstrahlen nur aus wenigen Zellreihen gebildet, wo sie sich dann auf einem der Rinde parallelen Schnitte, wie in Fig. 279, darstellen.

279.



In den jüngern Stammtheilen spielen die Markstrahlen, welche dann noch als weite, mit grünem, lebhaft vegetirendem Zellgewebe erfüllte Communicationen zwischen Mark und Rinde erscheinen, insofern eine wichtige Rolle, als eben an diesen Stellen ein seitliches Abgehen von Gefäßpartieen des Holzkörpers vorzugsweise stattfindet; so finden wir in der Regel unmittelbar über dem Ansatz eines Blatts ein Auseinanderweichen der Gefäße, durch deren Zwischenräume ein Markstrahl nach außen und in die Knospe eintritt, deren Achse er bildet. Ueberhaupt aber dienen offenbar die Markstrahlen zur Erhaltung der seitlichen Communication durch die Schichten des Holzkörpers hindurch; sie fehlen daher gänzlich nur bei den wenigen Pflanzen, bei welchen die Gefäßbündel einen einzigen Strang ohne Markröhre in der Mitte des Stengels bilden, wie z. B. bei den Bärlapparten (Lycopodium) und gewissen einfach gebauten Wasserpflanzen; bei den Monocotyledonen stellt offenbar das überall zwischen den Gefäßbündeln verbreitete Stengelparenchym das Analogon der Markstrahlen vor.

Noch verdient der Stamm der Farnkräuter, deren baumartige Formen aber nur in den Tropenländern vorkommen, seines abweichenden Baus wegen Erwähnung. Seine Gefäßbündel, welche auf dem Durchschnitt häufig halbmondförmig gekrümmt erscheinen, stehen in

einem Kreis, und bilden, da sie einen geschlängelten Verlauf haben, einen durch Längsspalten durchbrochenen Holzcylinder; dieser wächst aber nicht wie bei den Dicotyledonen durch Anlagerung neuer Schichten, sondern lediglich durch Weitersprossen an seinem Gipfel bei gleichzeitiger Verhärtung und Verdichtung des untern Theils, daher diese Stämme sich wenig verdicken, und auf dem Durchschnitt stets nur einen einzigen Holzring zeigen.

III. Das Mark.

So nennt man das meist aus verhältnißmäßig großen würfeligen oder kugeligen Zellen bestehende Zellgewebe, welches die in der Längenachse des Stamms verlaufende, zunächst von der Markscheide (s. S. 163.) umschlossene Höhlung ausfüllt, welche übrigens öfter nicht genau cylindrisch, sondern je nach der Zahl der ihren Umfang bildenden Gefäßbündel prismatisch gestaltet erscheint, z. B. dreieckig bei der Birke, fünfeckig bei der Eiche, vieleckig bei der Fichte u. s. w.

In der Jugend ist dieses Zellgewebe frisch und saftreich, und zeigt stets einen verhältnißmäßig zu den übrigen Stengelpartieen sehr beträchtlichen Umfang; später jedoch wächst es nicht mehr, da es von dem starren Holzkörper umschlossen ist, daher eben das Mark in älteren Theilen mit dem Holz verglichen, nur einen geringen Umfang hat, wovon jedoch z. B. der Hollunder eine Ausnahme macht. Mit zunehmendem Alter vertrocknet es häufig, wie eben beim Hollunder, und erscheint dann als ein locker schwammiges, lufthaltiges Gewebe, oder schwindet theilweise wie beim Wallnußbaum, dessen Aeste durch Scheidewände, die aus graubrauner Markmasse gebildet sind, querfächrig erscheinen; verschwindet es ganz, so bleibt nur die leere Markhöhle zurück, und der Stengel oder Stamm erscheint hohl.

Sehr häufig dient das Mark als Ablagerungsstelle für überschüssigen Nahrungsstoff, indem sich seine Zellen mit Stärkemehlkörnern füllen. In älteren Stämmen ist das Mark meist kaum mehr sichtbar, theils weil es im Verhältniß zum Holzkörper nur einen sehr geringen Umfang hat, theils weil seine Zellen durch Ablagerung fester Stoffe und Verdickung ihrer Wände dann auch eine Art Verholzung eingegangen haben; doch fehlt in den Holzstämmen eine centrale Markhöhle nie gänzlich.

Nachdem wir im Bisherigen den anatomischen Bau der oberirdischen Achsenorgane auseinandergesetzt haben, läßt sich der Bau der Wurzel leicht kürzer zusammenfassen. Es verhält sich dieselbe nämlich mit gewissen, nicht sehr beträchtlichen Modifikationen, ganz wie der Stengel oder Stamm und seine Verzweigungen, nur daß die letzteren

bei der Wurzel, wo sie nicht aus regelmäßig in den Blattachseln geordneten Knospen entstehen, auch eine unregelmäßigere Vertheilung zeigen. Die Wurzel der dicotyledonischen Holzstämme insbesondere zeigt die Rinden-, Bast- und Holzschichten, und selbst die Markstrahlen ganz ähnlich wie der oberirdische Stamm; das Mark jedoch ist in der Wurzel der Bäume meist nur sehr wenig entwickelt, und in den Wurzelästen pflegt es sogar ganz zu fehlen; hier erscheint also der Holzkörper als ein solider Cylinder, dessen innerster Kern von dem Kreis der ältesten Gefäßbündel gebildet wird.

Die Rinde der Wurzel unterscheidet sich von der des Stammes hauptsächlich in der Beschaffenheit ihrer äußersten, von der Oberhaut gebildeten Schicht; diese entbehrt hier stets der Spaltöffnungen, und zeigt sich an den ältern Theilen als eine Lage meist dunkelgefärbter Zellen, die mit fortschreitendem Alter nicht selten sich ablöst und zerstört wird; indeß fehlt an der Wurzel stets die Kork- und Borkenbildung, die in einer Erzeugung neuer Zellenreihen in den tiefern Rindenschichten beruht, und dem Stamme durchaus eigenthümlich ist.

An den jüngern Aesten und Zweigen und bei den Nebenwurzeln öfter in ihrer ganzen Erstreckung zeigt sich die Oberfläche mehr oder weniger dicht mit Wurzelhaaren besetzt, welche aus verlängerten Zellen der Oberhaut gebildet, also in ihrem Innern ohne Abtheilungen und Scheidewände und mit Saft erfüllt sind, übrigens beim Ausziehen der Wurzel leicht im Boden zurückbleiben, wie es denn überhaupt schwer hält, die zarten Wurzelenden in ihrer unverletzten Gestalt aus dem Boden auszuheben. Dagegen kann man leicht die normale Beschaffenheit der Wurzelenden bei solchen Pflanzen, die man im Wasser Wurzeln treiben läßt, z. B. bei Hyacinthenzwiebeln, die bekanntlich leicht auf diese Weise zu ziehen sind, beobachten. Man bemerkt dann deutlich am Ende jeder Wurzelzaser eine kleine Anschwellung, das sogenannte W u r z e l s c h w ä m m c h e n, welches unter dem Mikroskop sich aus saftreichem würfeligem Zellgewebe zusammengesetzt erweist; der Gefäßstrang, welcher das Centrum der Wurzelfaser einnimmt, reicht nur bis zum obern Ende des Schwämmchens, dessen Zellgewebe sich an dieser Stelle in das dicke Rindenparenchym der Wurzelzaser verliert. Die ganze Oberfläche des Schwämmchens entbehrt der Oberhaut, daher auch die Wurzelhaare nie bis zur Wurzelspitze reichen, sondern unmittelbar über der Endanschwellung aufhören. In manchen Fällen bemerkt man noch ein häutiges Mützchen, welches die äußerste Wurzelspitze locker umgibt, was namentlich deutlich bei den frei ins Wasser hängenden Wurzeln der Wasserlinse zu sehen ist; dieses Mützchen ist aber nichts anderes als die abgestoßene und kaum mehr in organischem Zusammenhang mit der Pflanze stehende äußerste

Zellschicht des Wurzelschwämmchens, welches eben durch diesen Prozeß sich beständig als ein Conglomerat nach außen freiliegender saftreicher Zellen erhält, und dadurch geschickt wird, als eigentliches Einsaugungsorgan der flüssigen Pflanzennahrung, welche, wir wir weiter unten sehen werden, eben durch die äußersten Wurzelenden aufgenommen wird, zu dienen.

§. 9. Vom Bau der Blätter und blattartigen Organe.

Die Blätter erscheinen bei Weitem in den meisten Fällen als flächenartige Ausbreitungen, welche in bestimmter Anordnung am Umfang des Stengels vertheilt sind. An diesen Ansatzpunkten der Blätter tritt eine bald größere, bald geringere Anzahl von Gefäßbündeln seitlich aus dem Stamm hervor, wobei übrigens keine Verzweigung der Gefäße selbst stattfindet, sondern nur einzelne sich von den übrigen, im Stengel parallel mit seiner Längsachse fortlaufenden ablösen, und sich nach außen wenden, um ins Blatt überzugehen. Nicht selten, besonders wenn mehrere Blätter auf gleicher Höhe entspringen, bezeichnen diese querlaufenden Gefäße eine Art Abtheilung oder Gliederung des Stengels, die wir, wenn sie sich äußerlich sichtbar macht, einen Knoten nennen. Auf den Blattnarben, d. h. den nach dem Abfallen der Blätter zurückbleibenden deutlich begränzten Ansatzstellen derselben erscheinen diese ins Blatt gehenden Gefäße als rundliche Punkte, die meist in einen nach oben geöffneten Kreis geordnet sind, was namentlich bei den Farnkräutern sehr deutlich zu sehen ist. Bei den gestielten Blättern laufen die Gefäße noch eine Strecke weit fort, ohne nach den Seiten hin auseinanderzutreten, wodurch eben der Blattstiel entsteht, der aber in der Figur seines Durchschnitts, welche dreiseitig mit nach oben gerichteter breitester Fläche zu seyn pflegt, schon die Andeutung der Blattfläche gibt, und nur als ihr unterster zusammengezogener Theil zu betrachten ist. Die Blattfläche oder Blattspreite selbst und ebenso die kleinern Flächen der Nebenblätter, wo solche vorhanden sind, werden dadurch gebildet, daß die Gefäßbündel sich in bestimmter Folge und Anordnung abzweigen und vertheilen, und so das Blattgeripp oder -Skelett darstellen, dessen Zwischenräume durch Zellgewebschichten ausgefüllt werden. Ist letzteres vollständig der Fall, so erscheint das Blatt ganz oder ungetheilt, während bei nur theilweiser Ausfüllung die verschienenen Grade der Theilung und des Zusammengesetztseyns der Blätter sich ergeben; so entstehen denn die mannichfachen, bereits früher aufgezählten Blattformen, wobei offenbar das wichtigste bestimmende Moment eben die Vertheilung der Nerven ist, deren Haupttypen schon oben (s. S. 37) näher angegeben worden sind.

Die beiden Flächen des Blatts sind von der Oberhaut überzogen, deren Bau die Beschaffenheit und das äußere Ansehen derselben bedingt; sie sind hienach bald glatt, bald warzig, haarig oder stachelig. Die verschiedenen Arten der Haarbedeckung pflegen sich dabei stets auf der untern Blattfläche stärker und dichter vorzufinden, oder sie sind auf dieser allein vorhanden, wobei sie sich manchmal nur auf die Adern und Nerven beschränken, während die Oberseite des Blatts glatt ist. Figur 280. stellt die Unterseite des Blatts einer lippenblüthigen Pflanze im Durchschnitt vor, wobei die das riechende ätherische Oel haltenden Drüsen zwischen den sternförmigen Haaren zerstreut erscheinen. Aehnlich ist in vielen Fällen die Unterseite des Blatts — z. B. bei der Silberpappel durch einen weißglänzenden Haarüberzug — ganz auffallend von der obern in ihrer Färbung verschieden. Wenn die Oberhaut verdickt ist, wie namentlich bei den lederartigen, längere Zeit dauernden oder „immergrünen" Blättern, so betrifft dieses fast stets nur die äußere Wandung der Oberhautzellen, welche auch dann nur in einfacher Schichte vorhanden sind und nur selten wie z. B. beim Oleander aus mehreren übereinanderliegenden Zellschichten besteht.

280.

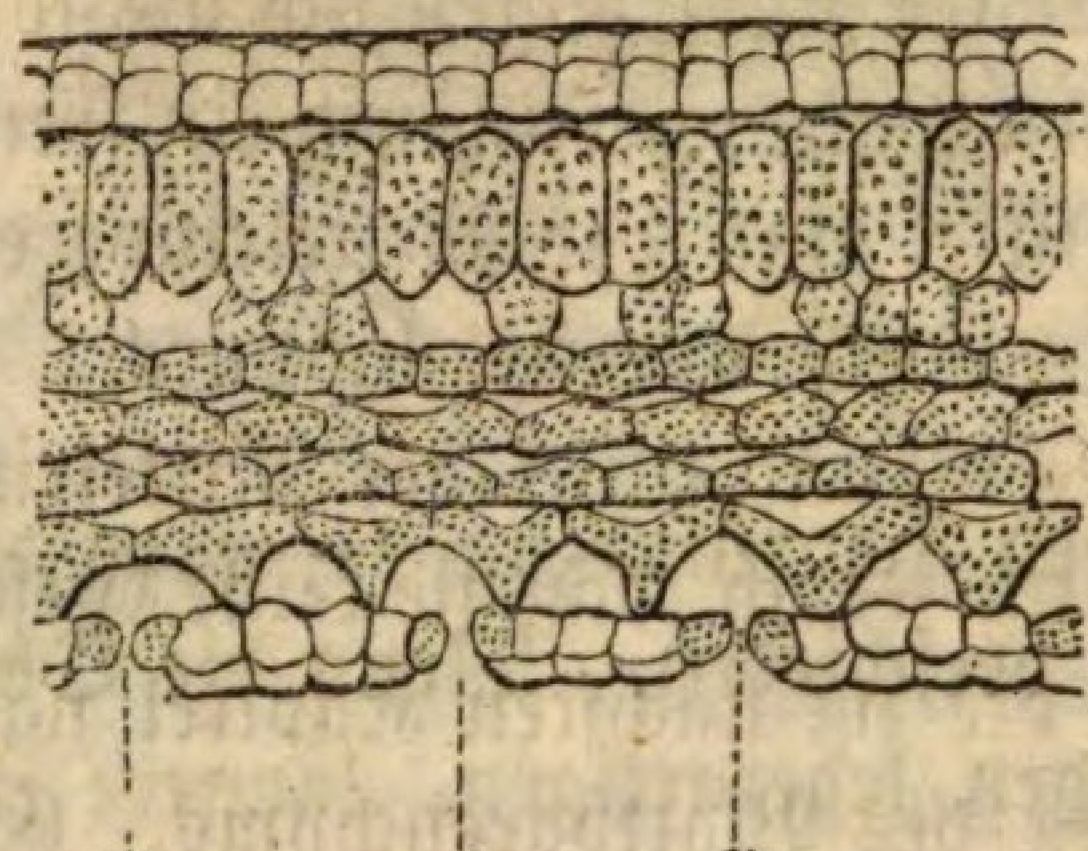


Die Spaltöffnungen der Oberhaut, deren Bau oben (s. S. 148) beschrieben worden, pflegen auf der obern Blattfläche sparsamer, auf der untern Blattfläche dagegen in großer Anzahl vorhanden zu seyn, z. B. bei der Syringe nicht weniger als 18000, bei dem Mais etwa 4000; nur wenige Spaltöffnungen haben dagegen manche lederartigen, sowie die fleischigen und saftreichen Blätter z. B. die der Aloëarten, auf denen man kaum 100 derselben zählt. Gleich ist die Zahl dieser Oeffnungen auf beiden Blattflächen bei den Schwerdtlilien, deren Blätter bekanntlich vertical gestellt sind. Bei den auf dem Wasser schwimmenden schildförmigen Blättern der Seerose (Nymphaea) ist nur die obere Blattfläche mit Spaltöffnungen versehen; die untere entbehrt derselben gleich allen andern im Wasser befindlichen Pflanzentheilen; demnach fehlen sie gänzlich den untergetauchten oder eigentlichen Wasserpflanzen, und natürlich auch den niederen Zellpflanzen, bei denen überhaupt noch keine Oberhautbildung sich findet.

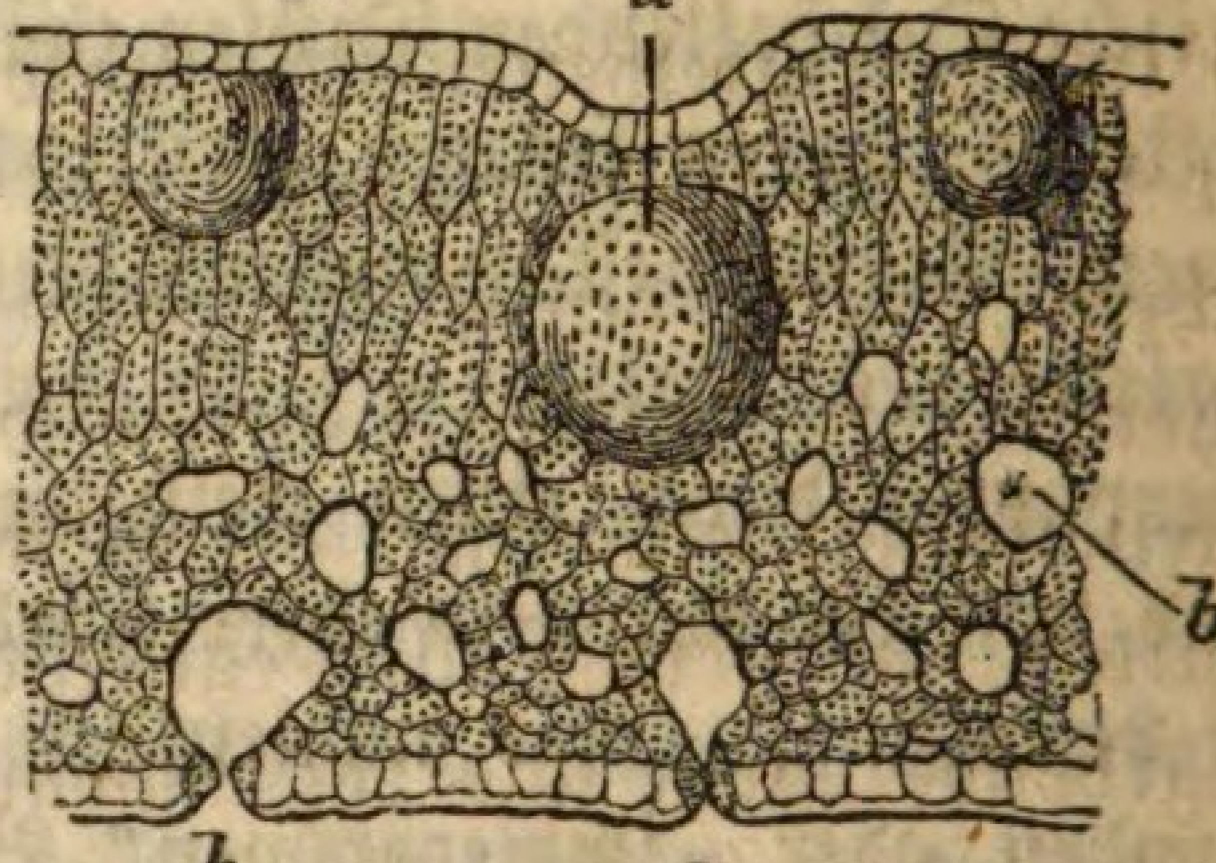
Betrachten wir nun das grüne Zellgewebe oder Parenchym, welches, zwischen den beiden Oberhautschichten eingeschlossen, die Zwischenräume zwischen den Blattnerven ausfüllt, so ist dasselbe fast durchgehends in zwei deutlich unterschiedene Schichten getheilt. Zunächst unter der Epidermis der obern Blattfläche nämlich schließen sich die

Parenchymzellen, die meist auch hier in der auf die Blattfläche senkrechten Richtung etwas verlängert sind, dicht aneinander, und nur wo Spaltöffnungen sich vorfinden, die aber, wie vorstehend erwähnt wurde, auf dieser Seite des Blatts verhältnißmäßig weit seltener sind, da zeigen sich unter ihnen rundliche Luftlücken, zu denen eben jene den Eingang bilden. Die untere Schichte des Blattparenchyms besteht immer aus lockeren verbundenen Zellen und enthält zwischen diesen viele Lufthöhlen, welche offenbar aus erweiterten Zwischenzellengängen

281.



282.



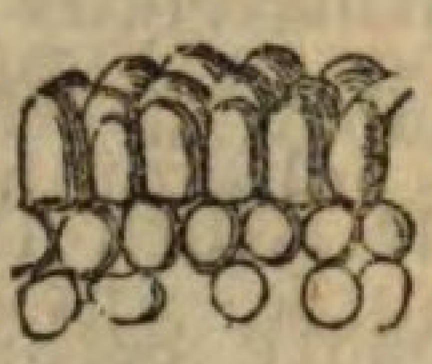
entstanden sind, und wovon immer unter jeder der gewöhnlich in großer Anzahl vorhandenen Spaltöffnungen der untern Blattfläche eine größere sich vorfindet (s. Fig. 281 bei a. a. a. und Fig. 282 bei b. b.). So ist der parenchymatische Theil der Blätter von einem zusammenhängenden System luftführender Räume durchzogen, zu dem die Spaltöffnungen die Zugänge bilden, und hiernach zu der ihnen vorzugsweise zukommenden Function als Respirationsorgane der Pflanze, durch ihren Bau durchaus geeignet.

Was die übrigen blattartigen Organe betrifft, so stimmen sie im Wesentlichen des Baus mit den Laubblättern überein, und dieses um so mehr, je ähnlicher sie durch die grüne, krautartige Beschaffenheit diesen sind, was bekanntlich bei den Kelch- und Fruchtblättern vorzugsweise der Fall zu seyn pflegt.

Die **Blumenblätter** zeigen manche mit ihrem zartern Bau und ihrer mannichfachen Färbung zusammenhängende anatomische Eigenthümlichkeiten. Sind sie weiß, so enthalten alle ihre Zellen Luft, dagegen bei den blauen, violetten und carminrothen Färbungen einen gefärbten Zellsaft, während bei gelben und gelbrothen ein gleich dem Chlorophyll in Körnern abgesonderter Stoff als deren Grund erkannt wird; die braune und purpurbraune Farbe, welche öfter auch an den Theilen der Krautes sich findet, beruht meist auf einer Vermischung grüner chlorophyllhaltiger Zellen mit einzelnen, von rothem Saft erfüllten.

Oft erheben sich die Zellen der Oberhaut der Blumenblätter warzig (s. Fig. 283.), welches zur Folge hat, daß eine solche Oberfläche in tieferem Colorit und mit einem Sammetglanz erscheint, wie sich das bekanntlich bei vielen Blumenblättern findet.

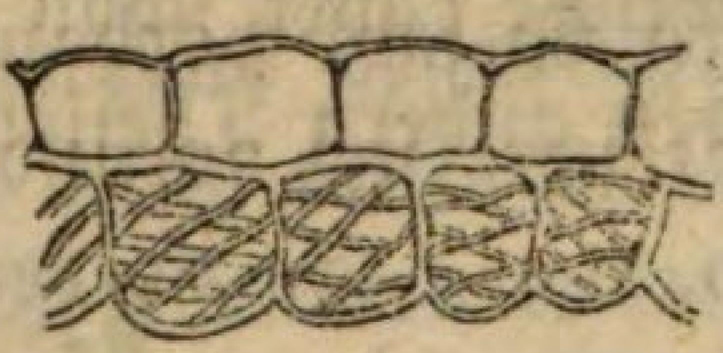
283.



Die Nerven der Blumenblätter werden von einzelnen oder zu wenigen neben einander verlaufenden eigentlichen oder abrollbaren Spiralgefäßen gebildet.

Die Staubgefäße, welche, wie oben schon auseinandergesetzt worden, als modificirte Blätter zu betrachten sind, zeigen sich als solche auch in den Einzelheiten des anatomischen Baus. So läuft ein freilich meist schwacher Gefäßstrang, dem Blattstiel und der Mittelrippe entsprechend, durch den Staubfaden und das Connectiv hindurch; die Antherenfächer entsprechen den beiden rechts und links der Mittelrippe gelegenen Blattseiten, mit der Abweichung jedoch, daß sie keine Gefäße enthalten, und der Pollen entsteht auf die im nächsten Kapitel näher anzugebende Weise und der Umwandlung des Blattparenchyms. Eine ganz besondere Bildung zeigen die Wandungen der Antherenfächer; sie haben nämlich unter der, die Oberhaut darstellenden Zellschicht eine zweite aus Faserzellen bestehende (s. Fig. 284.), welche offenbar vermittelst ihrer, durch die Spiralfasern der Zellwände bedingten Elasticität das Aufspringen des Fachs und das Zurückrollen der Spaltenränder, wodurch sich der Staub entleert, wird veranlaßt.

284.



Was endlich den Bau der Fruchtblätter betrifft, so zeigt sich ihr unterer, den Eierstock bildender Theil analog den übrigen Blattorganen, namentlich den ebenfalls meist grünen und krautartigen Kelchblättern gebildet, mit welchen er ja auch häufig verwächst, und so das unterständige Ovarium bildet. Man findet nämlich zu äußerst eine mit Spaltöffnungen versehene Oberhaut, und darunter chlorophyllhaltiges Parenchym, durch welches die oft mannichfach verzweigten und selbst netzartig anastomosirenden Gefäßbündel als Nerven oder Adern verlaufen; innen ist wieder eine Schichte von Epidermiszellen, welche die Höhlung des Eierstocks auskleidet. Die Veränderungen, welche in Folge der Befruchtung am Ovarium und den darin enthaltenen Samenanlagen oder Eichen sich begeben, und deren Resultat die Ausbildung der reifen Frucht und des keimfähigen Samens ist, werden zweckmäßiger erst unten bei der Betrachtung der Fortpflanzung der Gewächse und der damit verbundenen Lebens- und Entwickelungsvorgänge betrachtet. Hier ist nur noch die Bildung der Narbe, d. h. der zur Aufnahme des befruchtenden Blüthenstaubs bestimmten Stelle des

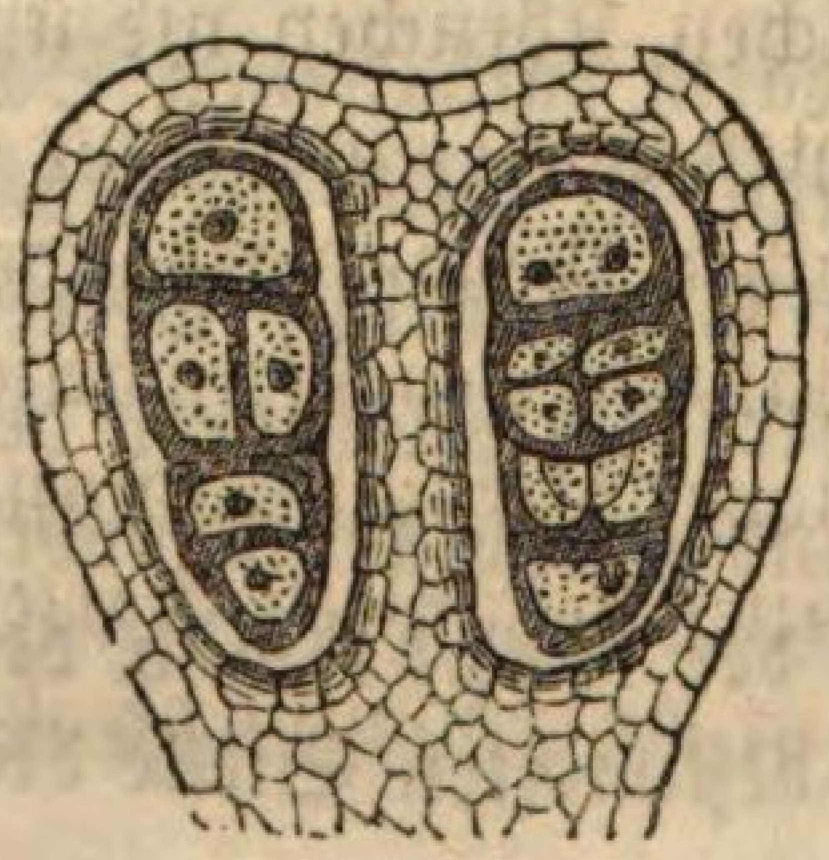
Fruchtblatts, die sich meist an seiner vorgezogenen Spitze befindet, näher zu betrachten. Die Narbe ist stets dadurch ausgezeichnet, daß die Zellen ihrer Oberfläche warzig vorspringen, oder in cylindrische Haare verlängert sind, und in beiden Fällen aus ihrem schleimigen Inhalt eine klebrige Feuchtigkeit absondern, welche ihre Oberfläche überzieht und das Ankleben der auf die Narbe fallenden Pollenkörner veranlaßt. Dieses die Narbenpapillen und Haare bildende Zellgewebe zieht sich nun auch durch den Griffel, wenn ein solcher vorhanden ist, hindurch, wobei seine schlauchförmigen Zellen meist etwas in die Länge gezogen sind, und verliert sich endlich in die Placenten oder Samenleisten, welche die Eichen tragen; es wird wegen der ihm bei der Befruchtung zustehenden, später zu besprechenden Function leitendes Zellgewebe genannt. Es bekleidet dasselbe namentlich die Wände des stets in der Mitte des Griffels vorhandenen Kanals, wodurch die Ovariumhöhle nach außen sich öffnet, und nimmt so größtentheils das Innere des Griffels ein; nach der Peripherie zu schließt sich daran dichteres Zellgewebe, in welchem die Gefäßbündel der Fruchtblätter, die nie bis zur Narbenfläche selbst reichen, auslaufen, und äußerlich zeigt sich ein Ueberzug von Epidermis, der aber an der Narbenfläche aufhört, welche daher schon äußerlich durch ihr papillöses Ansehen sich stets von den andern Theilen des Fruchtblatts auszeichnet.

§. 10. Vom Blüthenstaub.

Die befruchtenden Organe der Blüthenpflanzen: die Staubblätter erzeugen in ihrem Innern den Pollen oder Blüthenstaub, welcher bei der Fortpflanzung eine so wichtige Rolle spielt und so eigenthümlich in seiner Entstehung und Ausbildung sich verhält, daß er hier zum Schluß der mikroskopisch-anatomischen Untersuchung der pflanzlichen Bildungen eine besondere Betrachtung verdient.

Die Anthere besteht in frühster Jugend aus einem gleichförmigen maschigen Zellgewebe; bald aber, schon zu einer Zeit, wo die Blüthenknospe noch ganz klein und unentwickelt erscheint, beginnen in den mittleren Zellreihen, welche die Stellen der künftigen Höhlungen der

285.



Antherenfächer einnehmen, eigenthümliche Umwandlungen (s. Fig. 285.). Ihr Inhalt wird trübschleimig und es zeigen sich in demselben erst zwei und dann vier Zellkerne, um deren jeden sich dann eine Zelle: die Pollenzelle bildet, welche die wesentliche Grundlage des künftigen Pollenkorns ist. In Folge dieser ihrer Entstehungsweise sind die jungen Pollenzellen

zu je vieren von einer „Mutterzelle" eingeschlossen, deren Wand um diese Zeit durch schichtenweise Anlagerung sehr verdickt erscheint (s. Fig. 286.). Bald darauf aber lösen sich alle Mutterzellen auf und ihre Masse bildet, indem sie sich auf der äußern Fläche der Pollenzellen in meist sehr zierlicher Gestalt ablagert, die sogenannte „äußere Pollenhaut," welche aber hienach eigentlich keine besondere zusammenhängende Membran ist gleich der innern Pollenhaut, die von der Pollenzelle gebildet wird, sondern nur eine häufig an gewissen Stellen unterbrochene Ablagerungsschichte. Durch diesen nicht lange vor dem Oeffnen der Blüthenknospe stattfindenden Vorgang der Auflösung der Mutterzellen werden die Pollenkörner untereinander frei, und erfüllen so dicht gehäuft das Antherenfach, wobei sie öfter noch von ihrer Entstehung her zu vieren aneinanderkleben, wie z. B. bei den Haidekräutern. Oeffnen sich nun zur Blüthezeit die Fächer des Staubbeutels, so entleert sich der Pollen als eine lose Staubmasse, deren einzelne Körner unter dem Mikroskop eine sehr bestimmte und für die einzelnen Pflanzenarten höchst charakteristische Gestalt zeigen.

286.



Bei gewissen Pflanzen jedoch bleiben die Mutterzellen des Pollens als ein schleimiges, die ganze Masse der in einem Fach befindlichen Körner zusammenhaltendes Gewebe erhalten, und dann verstäubt der Inhalt der Antherenfächer bei deren Oeffnung nicht, sondern er tritt als eine compacte Pollenmasse von weicher, wachsartiger Consistenz aus. Dieses findet sich namentlich in der ganzen Familie der Asclepiadeen und Orchideen; von einer der letzteren ist in unserer Abbildung (Fig. 287.) eine solche Pollenmasse dargestellt, welche an ihrem untern Ende in einen Stiel ausläuft, an dessen Ende sich eine klebrige Drüse befindet; mit diesem Organ, das man Halter (retinaculum) nennt, hängt sich die Masse leicht überall an die umgebenden Blüthentheile, und ebenso bei künstlicher Oeffnung der Anthere an das Instrument, dessen man sich hierzu bedient.

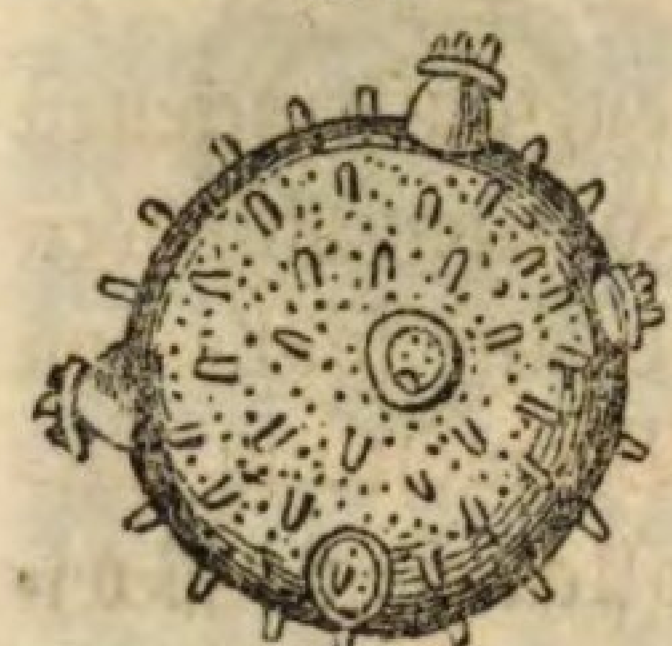
287.



Dem bloßen Auge erscheint der Pollen als ein feiner Staub, da die einzelnen, übrigens unter sich genau gleichen Körnchen nie über $^1/_{20}$ Linie und häufig nur den 120sten bis 300sten Theil einer Linie im Durchmesser haben. Stets sind sie in beträchtlicher Menge vorhanden, doch ergeben sich hierin bei den einzelnen Pflanzenarten beträchtliche Verschiedenheiten; so hat man bei der Gartenjalape (Mirabilis Jalapa) etwa 300, dagegen bei Hibiscus Trionum, einer bekannten Gartenpflanze, nicht weniger als 4900 Pollenkörner in einer Blüthe gezählt.

Die Gestalt der Pollenkörner ist gewöhnlich rundlich bald genau

288.



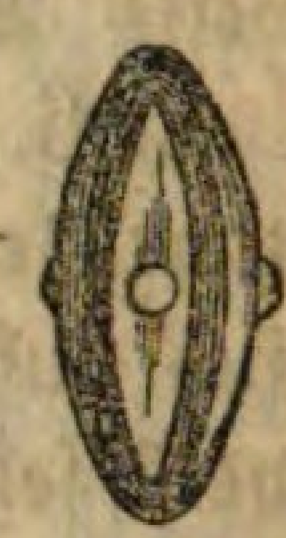
289.



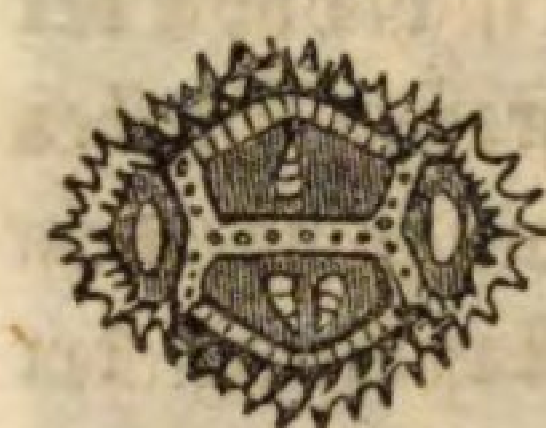
290.



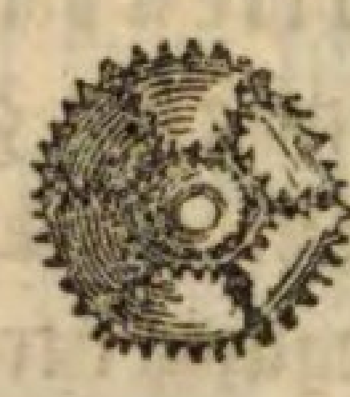
291.



292.

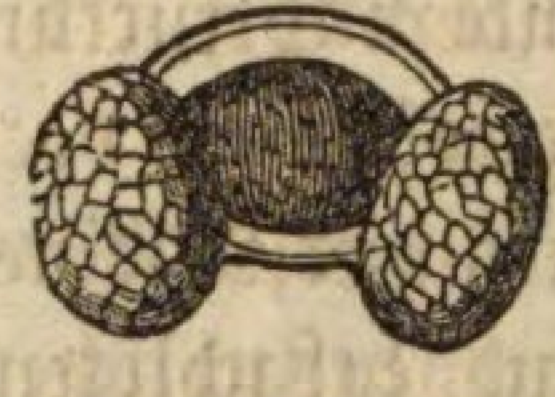


293.



kugelig (s. Fig. 288. u. 289.), bald elliptisch, länglich oder selbst spindelförmig, mit allen Uebergängen zwischen diesen Formen (s. Fig. 290. u. 291.). Sehr zierliche polyedrische Formen des Blüthenstaubs sind für die Mehrzahl der zusammengesetztblumigen Gewächse charakteristisch (Fig. 292. u. 293.).

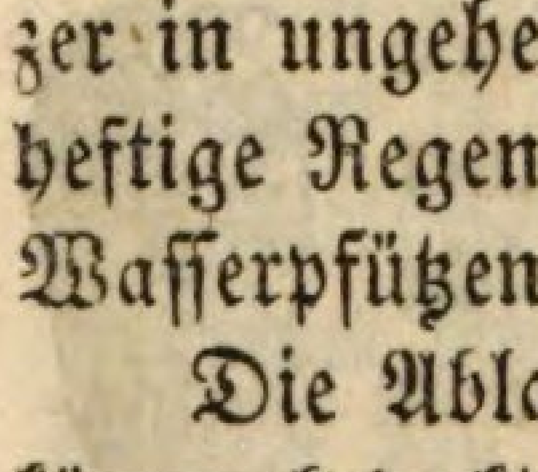
294.



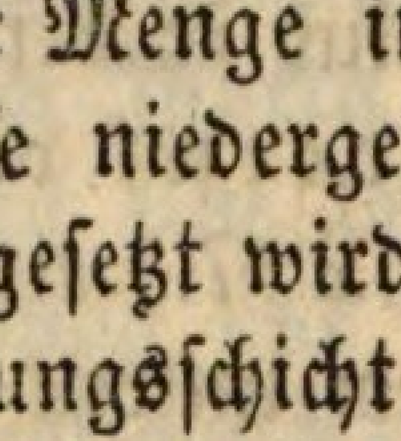
Unregelmäßige Bildungen des Blüthenstaubs sind selten; eine der eigenthümlichsten ist die des Fichtenpollens, wovon nebenstehend (Fig. 294.) ein Körnchen dargestellt ist. Diese Form, gleichsam aus zwei rundlichen Zellen, die durch eine dritte, querverlängerte verbunden sind, gebildet, findet man wieder bei der mikroskopischen Betrachtung des gelben Pulvers, das sich nach einem sogenannten „Schwefelregen" an den Rändern der Pfützen und Lachen ansetzt; dieß erklärt sich einfach dadurch, daß der im Frühjahr zur Blüthezeit der Nadelhölzer in ungeheurer Menge in der Luft schwebende Pollen dann durch heftige Regengüsse niedergeschlagen, und wieder an den Rändern der Wasserpfützen abgesetzt wird.

Die Ablagerungsschicht, welche die äußere Oberfläche der Pollenkörner bedeckt, wird, wie oben schon erwähnt wurde, gewöhnlich als äußere Pollenhaut bezeichnet. Sie ist meist sehr zierlich gebildet, warzig, körnig oder stachelig (s. Fig. 288. u. 298.) mit leistenförmigen

295.



296.



Erhebungen umgeben (Fig. 295.), oder mit einem netzförmigen Geflecht verdickter Adern bedeckt (s. Fig. 289.); bei den obenerwähnten polyedrischen Körnern sind die stachelartigen Erhabenheiten vorzugsweise längs der Kanten gereiht (s. Fig. 292. u. 293.). Sehr häufig zeigt die äußere Pollenhaut mehr oder weniger regelmäßig gestellte Oeffnungen oder Poren, durch welche dann die zweite oder innere Pollenhaut, d. h. die eigentliche Pollenzelle, sichtbar wird (s. Fig. 292., 295. u. 296.); in andern Fällen sind diese Oeffnungen wieder durch

Deckel, aus der Masse der äußern Pollenhaut, bald mehr bald weniger vollständig verschlossen (s. Fig. 288. u. 289.).

Häufig zeigen sich die Stellen, wo die Poren liegen, am trockenen Pollenkorn als Längsspalten oder -Furchen mit eingezogenen Rändern (s. Fig. 290., **a** ist eine seitliche Ansicht, **b** wie auch **c** eine solche von oben oder vom Scheitel her); bei dem durch mäßige Befeuchtung aufgeschwollenen Korn aber erscheinen sie als breite Spalten oder Lücken der äußeren Haut (s. Fig. 290. c.), auf deren Mitte sich dann die Pore zu befinden pflegt (s. Fig. 291.). Ueberhaupt zeigt sich die normale Gestalt der Pollenkörner nur im angefeuchteten Zustande, wobei sie sich meist merklich abrunden, und die Stellen der Poren durch warzenartiges Hervortreten der dort bloßliegenden innern Haut deutlicher erkennen lassen (s. Fig. 291., 295. u. 296.); sind die Poren durch Deckel verschlossen, so werden diese dabei mit in die Höhe gehoben, wie Fig. 288. vom Pollenkorn des Kürbis zeigt.

Die innere Pollenhaut, die eigentliche Pollenzelle, welche bei den unter Wasser blühenden Pflanzen nur allein vorhanden ist, erscheint als eine zarte, weiße Membran, die keine besondere Structur erkennen läßt. Sie umschließt zunächst den schleimig-flüssigen Inhalt des Pollenkorns, welcher Fovilla genannt wird, und worin äußerst kleine Körperchen schwimmen, die man früher wegen der an ihnen beobachteten scheinbar selbständigen Bewegung mit den Samenthierchen der Thiere verglichen hat. Es sind aber diese Körperchen nichts anderes als Schleim- und Stärkemehlkügelchen, auch wohl Oeltröpfchen, deren lebhafte Bewegungen rein physikalischer Natur sind, sogenannte Molekularbewegungen, welche, wie R. Brown gezeigt hat, aller Materie, auch der unorganischen, im feinzertheilten Zustand zukommen.

Bringt man ein Pollenkorn auf die mit einer schleimigen Flüssigkeit bedeckte Oberfläche der Narbe, oder in eine gesättigte Gummilösung, so treibt es bald aus einer oder mehreren seiner Poren cylindrische Pollenschläuche (Fig. 297. u. 298.), welche unter günstigen Umständen eine außerordentliche, den Durchmesser des Korns sogar über hundertmal übertreffende Länge erreichen können. Sie spielen, wie wir weiter unten sehen werden, bei der Befruchtung der Pflanze eine höchst wichtige Rolle. Ihre Entstehung erklärt sich aus dem sehr beträchtlichen Aufsaugungsvermögen für Feuchtigkeit, welches der Fovilla zukommt, und wodurch dann die Pollenzelle nebst Inhalt sich außerordentlich ausdehnt, und in schlauchförmiger Gestalt aus

297. 298.



einer oder mehreren der Poren hervorwächst. Es geschieht aber, wenn man die Pollenkörner ins Wasser bringt, diese Auffsaugung so energisch, daß die rasche Ausdehnung der Fovilla die Hüllen sprengt, und das Korn platzt oder durch eine der Poren ihren Inhalt stoßweise entleert, in welchen beiden Fällen die normale und für die Befruchtung wesentliche Bildung der Pollenschläuche also nicht stattfinden kann. Hieraus erklärt sich auch, warum bei directer Einwirkung des Wassers, wenn z. B. ein heftiger Regen gerade in die Blüthenzeit fällt, die Befruchtung verhindert wird. Aus demselben Grund sehen wir auch die im Wasser wachsenden Pflanzen, wenn sie nicht eine besondere abweichende Structur des Pollens haben, wie z. B. des Hornblatt (Cuatophyllum) bei dem nur die innere Pollenhaut vorhanden ist, ihre Blüthen um die Zeit der Befruchtung über das Wasser erheben (s. unten in dem Kapitel von der Fortpflanzung der Gewächse).

Schließlich ist hier noch anzuführen, daß die Sporen der höhern Kryptogamen in ihrer Bildung und Entwickelung mit dem Blüthenstaube große Analogie zeigen; auch sie bilden sich zu je vieren in Mutterzellen aus, und erscheinen in Folge davon oft noch bei der Reife in dieser Weise zusammenhängend oder selbst deutlich tetraëtrisch gestaltet (s. oben S. 129, Fig. 241 b. vom Bärlapp). Auch erscheint die Oberfläche dieser Sporen gleich der der Pollenkörner in vielen Fällen körnig rauh oder netzförmig geadert.

---

3. Abschnitt. Pflanzen-Physiologie.

§. 1. Von den Lebenserscheinungen im Allgemeinen.

Das Leben äußert sich als Thätigkeit aus innerem Grund (s. oben S. 1.); wo wir eine solche wahrnehmen, da schließen wir auf das Daseyn einer lebendigen Kraft in dem Träger jener Erscheinung. Bei dem Thier äußert sich diese Selbstthätigkeit augenfällig durch deutlich sichtbare Bewegungen; die Pflanze dagegen erscheint immer nur durch äußere Anregungen und Kräfte bewegt und daher für die oberflächliche Betrachtung leblos. Wir müssen aber bedenken, daß eine Bewegung, die in den uns unterscheidbaren Zeitmomenten nur unendlich kleine Räume durchläuft, sich eben dadurch unserer unmittelbaren Wahrnehmung entzieht, und nur in ihren Erfolgen bemerkbar wird, wovon das Fortschreiten der Zeiger an einer Uhr ein treffendes Beispiel gibt. In gleicher Weise ist die Lebensbewegung im Pflanzenreich nicht unmittelbar wahrnehmbar, sondern sie äußert sich nur in ihren Wirkungen und zwar als eine Reihenfolge von Entwickelungsstufen der äußern Gestaltung, welche den einzelnen Perioden des Pflanzenlebens entsprechen. Alle Organe und Theile der Gewächse entfalten sich successiv auseinander, und treten eins nach dem andern in ihrer bestimmten Reihenfolge auf; zuerst, beim Keimen, werden nur die wenigen, schon im Samen vorhandenen Grundorgane entfaltet, darauf folgt die successive Entwickelung der Stengelglieder und der ihnen angehörigen Blätter der Laubregion, endlich erhebt sich aus dieser, oft durch Zwischenbildungen angebahnt, die vollendetste Umwandlungsform der Organe in den Blüthengebilden, deren Verrichtung in der Erzeugung des keimfähigen Samens abschließt. So besteht der ganze Lebensverlauf der Pflanze in einer fortwährenden Entwickelung und Entfaltung neuer Theile, daher auch die Zahl derselben meist gar nicht beschränkt, sondern vielmehr ihre Vervielfältigung, der Möglichkeit nach, unbegränzt erscheint.

Die Ernährungs- und Wachsthumsthätigkeit — denn so können wir die eben besprochene, unmerklich aber stetig wirkende Lebensäußerung der Pflanze bezeichnen — findet sich ebenso auch beim Thier, wo sie aber, wie die Athem- und Blutlaufbewegungen zeigen, oft schon theilweis auch äußerlich wahrnehmbar sich kundgibt. Es kommt aber hier, im Thierreich, noch stets neben jener eine zweite Klasse von

Lebensfunctionen vor, in deren Kreis eben die augenfälligen, die Thiernatur bezeichnenden Bewegungen gehören; diese sind nämlich spontan oder willkürlich und charakterisiren sich dadurch, daß sie stets deutlich Folgen einer freien Selbstthätigkeit des lebenden Individuums sind. Zwar wird sich meist auch hier eine äußere Veranlassung nachweisen lassen; diese aber bewirkt nicht unmittelbar die Hervorbringung der Bewegung, sondern sie veranlaßt dieselbe stets nur mittelbar durch Anregung der lebendigen Energie des thierischen Individuums. Damit aber dieses geschehen könne, ist noch ein zweiter Factor nöthig, nämlich Empfänglichkeit für die äußeren Einflüsse, die wir Empfindung nennen; sie trifft mit jenem Vermögen der Selbstthätigkeit in dem Bewußtseyn als ihrem gemeinsamen Mittelpunkt zusammen; so ist die bewußte Seele des Thiers der Sitz der höhern Stufe seiner Lebensthätigkeit, welche einerseits die Eindrücke der Außenwelt empfindend in sich aufnimmt, und andrerseits die willkürlichen, d. h. mit freier Selbstbestimmung erfolgenden Bewegungen veranlaßt, welche beiderlei Functionen daher auch mit Recht als unterscheidend thierische oder animale bezeichnet werden. Durch den Mangel aber dieser höhern Seite der Lebensthätigkeit wird eben Thier- und Pflanzenreich aufs Genaueste und Erschöpfendste von einander unterschieden, wie das schon Linné in seiner bündigen Weise ausgesprochen hat in dem Satz: „die Pflanzen wachsen, die Thiere wachsen und fühlen" *). Es ist also die Pflanze ausschließlich auf die ruhig und stetig wirkenden Lebensverrichtungen der Ernährung, des Wachsthums, und der Fortpflanzung (welche nur eine modificirte Wachsthumserscheinung ist) beschränkt, und werden hienach diese Functionen (obgleich beiden organischen Reichen gemeinschaftlich) mit Recht vorzugsweise als die pflanzlichen oder vegetativen bezeichnet.

Nach dem so eben Gesagten, und nach Dem, was der tägliche Augenschein an der uns umgebenden Pflanzenwelt lehrt, sollte man wohl kaum vermuthen, daß auch bei Pflanzen deutlich sichtbare, sogar dem Anschein nach willkürliche Bewegungen vorkommen; und doch finden sich dergleichen freilich verhältnißmäßig nur in wenigen, vereinzelten Fällen. Da aber eben diese einzelnen Beispiele einen so auffallenden Widerspruch mit der allgemeinen Erscheinungsweise des Pflanzenlebens bilden, so verdienen sie eine nähere Betrachtung und Beurtheilung namentlich in der Rücksicht, ob hier wirklich, wie man hat annehmen wollen, ein Hinstreifen der pflanzlichen Natur an die thierische, und somit eine theilweise Aufhebung des im Bisherigen als wesentlich auf-

*) Vegetabilia crescunt, animalia crescunt et sentiunt.

gestellten Unterschieds der Lebenserscheinungen beider vorliegt. Diese Annahme würde nur dann begründet erscheinen, wenn wirklich diese Erscheinungen sich als animale erwiesen, und namentlich den Charakter der Willkürlichkeit an sich trügen; sollte es sich dagegen nachweisen lassen, daß dieselben entweder unmittelbare Effecte äußerlicher, physikalischer Ursachen sind, oder daß sie in den Kreis der Wachsthumserscheinungen, also der vegetativen Lebensthätigkeit gehören, so würde durch dieselben die oben gegebene Charakteristik der Lebensphänomene in den beiden organischen Reichen nicht beeinträchtigt, sondern vielmehr bestätigt werden. Aus diesem Gesichtspunct wollen wir nun diese „Pflanzen-Bewegungen" etwas näher betrachten und, soweit es möglich ist, sie auf ihre Ursachen zurückzuführen suchen.

Das bekannteste Beispiel augenfälliger Pflanzenbewegungen liefert uns die sogenannte Sinnpflanze (**Mimosa pudica** — auch an **Mimosa sensitiva** und einigen andern verwandten Arten zeigen sich dieselben Erscheinungen, ähnliche auch an Sauerklee- oder Oxalisarten); ihre Blätter sind gestielt und doppelt zusammengesetzt: erst gewimpert und dann gefiedert (s. oben p. 42 Fig 87.); im normalen Zustande und während der Tagesstunden sind die Blattstiele aufgerichtet, die Fiederblätter fächerförmig geöffnet, und ihre Blättchen in der Fläche des Blatts ausgebreitet, so wie es die obige Abbildung zeigt. Während der Nacht dagegen sind die Fiederblättchen dicht an ihre Spindeln angelegt, und somit die beiden Reihen gegeneinandergeklappt und dicht schuppig übereinandergelegt, die gefiederten Blattabtheilungen selbst liegen wie die Stäbe eines geschlossenen Fächers parallel, und der Blattstiel ist in einem stumpfen Winkel abwärts geknickt; es ist dieses gewissermaßen ein Ruhezustand des Blatts, in welchem es alle seine Theile zum gegenseitigen Schutz aufs Engste aneinanderschließt, und gleicht derselbe auch vollkommen der Lage, welche die jungen Blätter im Knospenzustande zeigen. Das hier zu besprechende Bewegungsphänomen besteht nun darin, daß, wenn man auf das Blatt oder einen Theil desselben einen stärkeren Reiz anbringt, indem man es drückt, mechanisch verletzt, brennt, mit Säure betupft u. s. w., dann von der betroffenen Stelle aus seine Theile in die obenbeschriebene Ruhestellung rasch übergehen, so daß man das successive Zusammenklappen der Fiederblättchen und die andern Veränderungen in der Stellung der Theile deutlich mit den Augen verfolgen kann; wenn die ganze Pflanze erschüttert wird, so zeigen sich jene Erscheinungen an allen Blättern zugleich, wo denn das Phänomen am augenfälligsten hervortritt. Nach Verlauf einiger Zeit breiten sich alle Theile des Blatts wieder aus und der Blattstiel erhebt sich wieder, beides geschieht jedoch ganz

allmählig, so daß diese Bewegung rückwärts sich kaum unmittelbar wahrnehmen läßt, sondern nur in ihrem Resultat sich kundgibt, was darin besteht, daß nach Verfluß einer, je nach der Stärke des angewandten Reizes längern oder kürzern Frist, alle Theile wieder ihre frühere normale Stellung eingenommen haben und wieder fähig erscheinen, auf einen angebrachten Reiz dieselben Bewegungen erfolgen zu lassen. Daß nun diese soeben beschriebenen Vorgänge auf den ersten Anblick den Anschein einer Empfindlichkeit der Pflanze und einer hieraus folgenden bewußten Bewegung darbieten, das zeigt schon eben der Namen: Sinnpflanze, der den Eindruck, den das Phänomen auf den unbefangenen Beobachter macht, richtig bezeichnet; indessen erkennt man bei genauerer Beobachtung diese Bewegungen doch stets als unmittelbare Folgen äußerer Einflüsse und wird sie daher nicht für analog den thierischen halten. Ihr Sitz ist in dem verdickten Grunde des Blattstiels und seiner Unterabtheilungen, sowie in den partiellen Stielchen der Fiedern, welche sämmtlich angeschwollen und von einer besondern Modification des Zellgewebs gebildet erscheinen; namentlich zeigen sich die letzteren aus einer obern und einer untern Zellparthie gebildet, welche in der Ausdehnung oder Streckung ihrer Zellreihen antagonistisch wirken, und so je nach dem Vorwiegen der Streckung des einen oder andern Theils die Blättchen bald heben, bald senken. Die Folge dieses Baus ist eine derartige Spannung dieser Theile, daß durch eine wenn auch geringfügige äußere Anregung eine plötzliche Aenderung ihrer gegenseitigen Stellung hervorgerufen wird, die eben als eine Bewegung sichtbar wird. Dieselbe Veränderung tritt auch, jedoch dann ganz allmählig und daher unmerklich während der Nacht ein (s. unten S. 278.). Der tiefere Grund und selbst der eigentliche Modus des Vorgangs ist uns aber bis jetzt noch so gut als unbekannt; daß hiebei indessen eine thierische Empfindung und spontane Thätigkeit, die sich in einem bewußten seelischen Mittelpunkt vereinigen müßten, nicht anzunehmen sey, dafür läßt sich noch der Umstand anführen, daß die Erscheinung bei lokaler Anbringung mäßiger Reize auch meist nur auf kleinere Parthieen sich beschränkt, und daß sie bei dem Fortschreiten ihrer Wirkung von außen nach innen sich fortpflanzt, was beides offenbar für jene Art der Erklärung besondere Schwierigkeiten darbietet.

Vielleicht weniger schwierig für die Deutung und Erklärung, aber mindestens ebenso merkwürdig in der Erscheinung zeigt sich die Bewegung der Blätter einer nordamerikanischen Sinnpflanze, welche man Fliegenklappe der Venus (**Dionaea muscipula**) genannt hat. Die Blätter sind rundlich und auf der obern Fläche und am Rand mit steifen Haaren besetzt; bei einer Berührung der Oberfläche der Mittel-

rippe klappen sie mit rascher Bewegung zusammen, wobei eben jene Haare von beiden Seiten her ineinander greifen; setzt sich daher eine Fliege oder sonst ein Insekt auf das geöffnete Blatt, so wird es hiedurch gefangen, und bleibt so lange von dem zusammengeklappten Blatt eingeschlossen, bis beim eingetretenen Tod die Bewegungen, und somit der die Schließung des Blatts bewirkende Reiz aufhört; erst dann kehrt dasselbe wieder in den normalen ausgebreiteten Zustand zurück. Hier sehen wir also deutlich, daß die Pflanzenbewegung direct von dem Reiz hervorgerufen, und daß die Andauer der veränderten Lage vom Fortwirken desselben bedingt ist. Setzen wir auch hier eine in der Structur der Theile begründete Spannung voraus, welche bei Einwirkung des Reizes den plötzlichen, sprungweisen Uebergang in die veränderte Lage zur Folge hat, so ist zur weitern Annahme einer Selbstthätigkeit der Pflanze, oder einer sie bedingenden Wahrnehmung, also thierischer Attribute, durchaus keinerlei Veranlassung vorhanden, so sehr auch der Umstand, „daß eine Pflanze Fliegen fängt,“ eigenthümlich und von der Regel abweichend erscheinen mag.

Die auffallendste aller Pflanzenbewegungen ist die des schwingenden Süßklee's (Hedysarum gyrans), einer ostindischen, auch in unsern Treibhäusern gezogenen Pflanze. Ihre Blätter sind dreizählig, denen des sogenannten ewigen Klees ähnlich, dabei aber das endständige an Größe weit überwiegend, die seitlichen klein, schmalelliptisch. Diese kleineren Seitenblättchen sind nun, so lange die Pflanze in kräftigem Wuchs ist, und in hinlänglich warmer Temperatur sich befindet, beständig in ruckweis schwingender Bewegung, indem sie sich abwechselnd heben und senken, und dabei mit ihren Spitzen einen elliptischen Raum beschreiben. In dem Vaterland der Pflanze soll sich diese Bewegung in der Minute selbst bis zu sechzigmal wiederholen; bei unseren cultivirten Pflanzen geschieht sie in größern Zwischenräumen, manchmal sogar nur einmal in der Minute, aber auch dann rasch und stoßweise. Das Sonderbarste hiebei ist, daß sich keinerlei äußere Veranlassung dieser Bewegung, kein Reiz, der sie unmittelbar hervorruft, angeben läßt; sie dauert Tag und Nacht an, und nur nach der mehr oder weniger kräftigen Vegetation, in der die Pflanze sich befindet, zeigt sie eine verschiedene Intensität, fehlt sogar bei kränklich schwachen Individuen ganz. Dieses, sowie die auffallende rhythmische Natur des Phänomens deutet darauf hin, daß wir es mit einem Ernährungs- oder Wachsthumsvorgang zu thun haben, der freilich hier ganz ungewöhnlich in die Erscheinung tritt. Ueber den eigentlichen Grund aber dieser sonderbaren Erscheinung, welche man vielleicht mit der ebenfalls

rhythmischen Athembewegung der Thiere vergleichen könnte, müssen wir gestehen, bis jetzt noch ganz im Dunkeln zu seyn.

Die anderen hier noch anzuführenden Bewegungserscheinungen im Pflanzenreich betreffen meist die wesentlichen Befruchtungstheile verschiedener Pflanzen, und haben fast durchgängig den nachweisbaren Zweck, das Gelangen des Blüthenstaubs auf die Narbe zu bewerkstelligen. Der bekannteste und leicht in der Natur nachzusehende Fall dieser Art findet sich in der Blüthe des Sauerdorns (Berberis vulgaris); hier sind um den in der Mitte der Blüthe sitzenden Fruchtknoten, die sechs Staubgefäße in einen abstehenden Kreis gestellt, so daß die Staubbeutel den ebenfalls abstehenden Blumenblättern anliegen, und der Pollen beim Ausfallen in dieser Stellung gar nicht auf die Narbe gelangen würde. Berührt man nun aber z. B. mit einer Nadel den untern Theil des Staubfadens an seiner innern Seite, so krümmt sich derselbe mit einer plötzlichen Bewegung nach innen, wodurch der Staubbeutel gerade über den Rand der Narbe geschnellt wird, und so seinen Inhalt unmittelbar auf diese absetzen kann; später tritt das Staubgefäß allmählig wieder zurück, bis es seine frühere Lage wieder angenommen hat und ist dann für einen erneuerten Reiz empfindlich. Aehnlich ist der Fall bei den Staubfäden vieler Cactusarten, welche sich bei leichter Berührung, z. B. wenn man mit dem Bart einer Feder darüber streicht, mit einer drehenden Bewegung gegen das Pistill zu krümmen. Andererseits zeigen auch die Narben öfter eine derartige Reizbarkeit, z. B. bei manchen rachenblüthigen Pflanzen (Bignonia, Mimulus u. s. w.), wo sie aus zwei ungleichen Hälften oder Lippen bestehen, welche bei einer Berührung rasch zusammenschließen. Bei Deutung dieser Erscheinungen ist wohl zu berücksichtigen, daß Ortsveränderungen der Befruchtungsorgane, die den angeführten ganz ähnlich sind, namentlich Annäherungen der Staubbeutel zur Narbe in der Periode der Entleerung des Pollens in häufigen Fällen im Lauf der Blüthenentwickelung unmerklich, also nach Art der sonstigen Wachsthumserscheinungen vor sich gehen. Dieses muß uns veranlassen, diese Ortsveränderungen auch da wo sie durch ihre Raschheit als sichtbare Bewegungen hervortreten, doch nur für Aeußerungen der vegetativen Lebensthätigkeit zu halten; sie erscheinen eben nur hier in Folge einer mechanischen Spannung der Theile, welche in ihrem Bau begründet ist, sobald ein äußerlicher Reiz die Veranlassung gibt, plötzlich und dadurch dem Auge wahrnehmbar. Dieser Reiz aber, den wir in unsern Versuchen künstlich anbringen, wird im natürlichen Verlauf des Pflanzenlebens durch äußere Einwirkungen, z. B. Winde, Insecten (s. unten im Kapitel von der Fortpflanzung der Gewächse) ausgeübt.

Endlich sind noch gewisse Algensporen hier zu erwähnen, um so mehr als man sich darauf mehrfach berufen hat zur Unterstützung der unrichtigen Ansicht, daß zwischen Thier- und Pflanzenreich keine bestimmte Grenze existire, sondern daß sie beide in ihren niedern Entwickelungsstufen so sehr ineinandergreifen und verschmelzen, daß selbst ein und derselbe Organismus abwechselnd in seinen verschiedenen Lebensperioden bald Thier, bald Pflanze seyn könne. Die Beobachtung zeigt nämlich, daß die Mehrzahl unserer Süßwasseralgen, namentlich das Wassernetz (**Hydrodictyon**) und die Wasserfäden (**Conferva**), im Verlauf ihrer Vegetation einer großen Menge beweglicher Körperchen das Daseyn geben, welche durch die Schwingungen einer oder mehrerer Wimpern im Wasser lebhaft umherschwärmen und daher für Infusionsthierchen gehalten wurden; nach Verlauf aber einiger Zeit sinken diese vermeinten Thierchen zu Boden und es wächst aus ihnen wieder dieselbe Algenart auf, aus welcher sie entstanden sind. Demnach sollte also hier direkte Beobachtung zeigen, daß eine scharfe Grenze und bestimmte Unterscheidung der beiden organischen Reiche wenigstens auf den niedern Stufen ihrer Entwickelung nicht durchzuführen sey. Nun aber verhalten sich diese beweglichen Körperchen in ihrem Bau und ihrer Entwickelung ganz wie die Sporen andrer cryptogamischer Gewächse und insbesondere, abgesehen von den schwingenden Wimpern, ganz wie die andrer Algen. Die Bewegungen aber dieser Schwärmsporen sind rein automatisch, nicht willkürlich, d. h. mit Bewußtseyn zur Erreichung eines bestimmten Zwecks unternommen, sondern Folge des durch die Wimperschwingung dem kleinen leichten Körperchen mitgetheilten Impulses. Bei manchen Algen, so namentlich bei der von Unger*) trefflich beschriebenen **Vaucheria** wird die Bewegung durch einen ganzen Wimperüberzug der Spore hervorgerufen, während in andern Fällen nur 1—2 größere schwingende Wimpern vorhanden sind. Ersteres weist uns auf die Uebereinstimmung des Phänomens mit der sogenannten Flimmerbewegung, wie sie sich im Thierreich, durchaus von dem Willen und der Empfindung unabhängig, zeigt. Wir haben hiernach um so weniger Grund, diesen Bewegungen der Algensporen überhaupt einen thierisch-willkürlichen Charakter zuzuschreiben, und werden sie darum eben nur als einen Beweis des vereinzelten Vorkommens automatisch schwingender Wimpern auch im Pflanzenreich ansehen.

Wir können die im Bisherigen angeführten Bewegungs-Erschei-

*) Der Titel seiner Schrift: „die Pflanze im Moment der Thierwerdung" zeigt schon, welcher Ansicht er zugethan ist.

nungen im Pflanzenreich, da sie offenbar nichts Anderes sind als besondere Erscheinungsweisen der Lebenskraft, mit Recht „lebendige" nennen. Von diesen ist eine andere Klasse ähnlicher Phänomene wohl zu unterscheiden, wo nämlich die Bewegungen ihren Grund in rein physikalischen Eigenschaften des Gewebes der Theile haben. Sie beruhen namentlich auf der Elasticität und Hygroscopicität des Pflanzengewebes, von welchen Eigenschaften erstere auch an frischen, saftreichen Theilen vorkommt, letztere aber sich vorzugsweise im absterbenden oder bereits abgestorbenen von den Lebenssäften verlassenen Gewebe zeige. Ein elastisches Aufspringen zeigt sich häufig an den Antherenfächern und ist dort offenbar durch den oben beschriebenen und abgebildeten (s. S. 171, Fig. 284) anatomischen Bau bedingt, indem die Faserzellenschicht, die von einer Schicht gewöhnlicher Zellen bedeckt ist, eine elastische Spannung hervorruft, der zu Folge das Antherenfach oft so plötzlich und rasch sich öffnet, daß der Pollen umherstäubt. In manchen Fällen wird dieses Ausstreuen des Pollen, welches offenbar sein Gelangen auf die Narbe wesentlich erleichtert, auch noch begünstigt durch eine Federkraft der Staubfäden, welche aus ihrer in der Knospe eingekrümmten Lage sich plötzlich mit einem Ruck aufrichten und nach außen schnellen; so ist es z. B. beim Glaskraut (**Parietaria**), welches aus diesem Grund, wenn man es anfaßt, oft an vielen Blüthen zugleich kleine Explosionen von Blüthenstaub bemerken läßt. Ein elastisches Aufspringen kommt ferner bei vielen Früchten vor und zwar in der Regel bei trockenen, holzigen oder lederartigen, doch auch bei einzelnen saftigen, wofür als bekanntes Beispiel die Balsamine (**Impatiens** „die Ungeduldige" im Lateinischen genannt) anzuführen ist, bei welcher bekanntlich die Fruchtklappen, wenn man durch einen leichten Druck ihre Trennung veranlaßt, mit beträchtlicher Federkraft sich zurückrollen und die Samen ringsumherstreuen. Minder rasch, gewöhnlich aber um so kraftvoller geschieht die Oeffnung der Trockenfrüchte, doch kommen auch hier Fälle vor, wo das elastische Aufspringen das Ausstreuen der Samen begünstigt; bei einer exotischen Frucht, der des sogenannten Sandbüchsenbaumes (**Hura crepitans**) z. B. geschieht das Zerspringen der Frucht sogar mit einem pistolenschußähnlichen Knall und werden die Stücke der Frucht und die Samen dabei mit großer Kraft fortgeschleudert.

Auch an den Fructifications-Organen der blüthenlosen Pflanzen ist sehr häufig in der Elasticität einzelner Theile ein kräftiges Agens zur Ausstreuung der Sporen und somit zur Sicherung der Fortpflanzung thätig; bei den Lebermoosen dienen hiezu die Schleudern (s. oben S. 128, Fig. 239), bei den Schafthalmen die zwei an beiden Enden

kolbig angeschwollenen Spiralfäden (s. S. 129, Fig 242), und bei vielen Moosen die gegliederten Zähne des Peristoms (s. S. 128, Fig. 240), welche namentlich auch durch ihre Elasticität das Abspringen des Deckels veranlassen; selbst noch bei manchen Pilzen kommt ein elastisches Auswerfen der Keimkörner aus den Fruchthüllen vor.

Vermöge seiner Hygroscopicität wird das ausgetrocknete und erhärtete Pflanzengewebe, wie es sich z. B. an der Borste der Mooskapsel, an vielen Trockenfrüchten, an den Grannen der Gräser zeigt, durch Feuchtigkeit ausgedehnt, beim Trocknen dagegen zusammengezogen, eine Eigenschaft, welche übrigens allen organischen Geweben zukommt und eben nur in den sogleich anzuführenden Fällen sich in ihren Wirkungen besonders bemerklich macht. Die sogenannte Jerichorose (**Anastatica hierochuntica**) ist eine ästige krautartige Pflanze, welche im trockenen Zustande ihre Zweige nach oben zusammenkrümmt und dann einer halbgeschlossenen Blüthe nicht unähnlich sieht; beim Befeuchten breitet sie alle ihre Theile aus und es läßt sich diese Erscheinung, weil sie eben rein physikalischer Natur ist, selbst noch nach vielen Jahren an todten Pflanzen, dergleichen früher die Pilger als Wahrzeichen aus dem gelobten Lande mitzubringen pflegten, wieder hervorrufen. Sind die Theile, welche aus ausgezeichnet hygroscopischem Gewebe bestehen, gedreht, so werden sich durch Trockenheit die Windungen verkürzen und enger zusammenziehen, dagegen bei Befeuchtung sich mehr aufdrehen; dadurch werden dann manchmal sichtbare Bewegungen hervorgerufen, wie in dem schon oben (S. 130) angeführten Fall bei den Sporen des Schafthalms sowie bei dem Seilmoos (**Funaria hygrometrica**), das bei uns überall an Mauern und auf der Erde sehr gemein ist, dessen Borsten, welche die Sporenkapseln tragen, beim Anhauchen eine drehende Bewegung zeigen. In Folge der gleichen Eigenschaft kann man sich auch bekanntlich der Grannen gewisser Gräser, welche spiralig gedreht sind, wie z. B. der des Hafers und ebenso der schnabelartigen Fortsätze, an denen die Theilfrüchtchen des Storchschnabels (**Geranium**) hängen (s. S. 107, Fig. 209), zur Anfertigung von Hygrometern bedienen, indem man sie in der Mitte einer Kreisscale befestigt, auf der dann die Vor- oder Rückwärtsbewegungen ihrer Spitze die verschiedenen Grade der Ausdehnung und Zusammenziehung ihres Gewebes durch die Feuchtigkeit der Luft und somit indirect diese selbst anzeigen. Eben dieser Umstand, daß sich die in Rede stehenden Erscheinungen auch noch an todten Geweben und an den Theilen nach ihrer Trennung von der Pflanze ganz in gleicher Weise zeigen, beweist zur Genüge, daß diese Eigenschaft der Hygroscopicität eine rein physikalische ist, wie auch die vorher angeführte der

Elasticität; hiernach sind also auch die Bewegungserscheinungen, welche auf ihnen beruhen, grundverschieden von den im erstern Theil dieses Kapitels besprochenen Lebensbewegungen. Bezüglich dieser ist, soweit überhaupt eine Deutung der zum Theil räthselhaften Phänomene nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen möglich ist, nachgewiesen worden, daß sie entweder als unmittelbare Folgen äußerer Reize oder aber als besondere Erscheinungsweisen der Wachsthumsthätigkeit zu betrachten sind, daß also die höhern Lebensfunctionen der Empfindung und willkürlichen Bewegung mit Recht für ausschließlich und chararakteristisch thierisch gehalten werden, den Pflanzen aber vollständig abgehen.

Hiernach beschränkt sich also das Pflanzenleben einzig anf die niedere, vegetative Seite der Lebensthätigkeit, deren Aeußerung wir als Wachsthumserscheinungen im weitern Sinne bezeichnen können. Dadurch ist auch die uns in der Pflanzenphysiologie vorliegende Aufgabe: nämlich Schilderung und Erklärung der vegetabilischen Lebenserscheinung bestimmt umgränzt, als die Darstellung der Ernährung, des Wachsthums und der Fortpflanzung der Gewächse. Wir werden diesen unseren Gegenstand nach dem folgenden Plan behandeln, welcher sich auf die natürliche Gruppirung der pflanzlichen Lebensfunktionen unter diese drei Hauptgesichtspunkte gründet.

Die Ernährung der Gewächse, d. h. die Aufnahme und Verarbeitung der Stoffe, welche die Pflanze zu ihrer Erhaltung und Vergrößerung von außen aus den sie umgebenden Medien aufnimmt, ist die Grundlage aller pflanzlichen Lebensfunktionen; sie ist zuerst von ihrer chemischen Seite zu betrachten. In dem Kapitel von der Pflanzennahrung werden die zu ihrer Erhaltung von außen zugeführten Stoffe oder die Nahrungsmittel in Bezug auf ihre elementare Zusammensetzung, ihre Mischung und die Form, in der sie aufgenommen werden, geprüft. Dieses zugeführte Material muß in der Gestalt der Nahrungssäfte in alle Theile der Pflanze sich verbreiten, um dort die entsprechenden ferneren Umwandlungen zu erleiden, daher ist demnächst die Saftbewegung, gleichsam der mechanische Theil der Pflanzenernährung, näher zu betrachten. Hieran schließt sich die Auseinandersetzung des Chemismus der Pflanze, nämlich einerseits der chemischen Zusammensetzung ihrer Bestandtheile und ihrer hierauf beruhenden Eigenthümlichkeiten, andrerseits der in der lebenden Pflanze vor sich gehenden chemischen Vorgänge und Umwandlungen.

Endlich hat die Pflanzenernährung noch eine morphologische Seite, welche sich auf die Entstehung, Gestaltung uud weitere Ausbildung der neugebildeten Theile bezieht, durch welche die Pflanze sich vergrößert oder wächst; hier muß das Augenmerk zunächst auf die

Entstehung und Entwickelung der Elementarorgane, aus welchen ja die andern sich zusammensetzen, gerichtet seyn; wir können diesen Theil als die Lehre vom **Wachsthum** im engern Sinne bezeichnen.

Während die bisher erwähnten Vorgänge nur auf Erhaltung und Vergrößerung der Einzelpflanze sich beziehen, so wird durch eine andere Reihe von Lebensverrichtungen der Zweck der Vermehrung der Individuenzahl oder, wie wir es auch ausdrücken können, die Erhaltung der Art — im Gegensatz zu der durch die Ernährung bezweckten Erhaltung des Individuums — erreicht; geschieht dieses durch einfache Wachsthumsvorgänge, also vermittelst der unveränderten vegetativen (Stengel- und Blatt-) Organe, so bezeichnen wir es als **Pflanzenvermehrung**; werden dagegen die neuen Individuen durch das Zusammenwirken der eigens zu diesem Zweck organisirten Fructificationstheile erzeugt, so ist dieses die **Fortpflanzung der Gewächse**.

Endlich ist noch die regelmäßige Folge und der natürliche Zusammenhang dieser verschiedenen Lebensfunctionen zu betrachten, daher eine Schilderung der **Perioden**, der **Dauer** und des **Endes** des pflanzlichen Lebensprocesses den Schluß bildet.

§. 2. Von der Pflanzennahrung.

Der Lebensprozeß der organischen Körper, der Pflanze wie des Thieres, ist mit einem beständigen Verbrauch und Verlust an materiellen Körperbestandtheilen verbunden, indem dieselben zur Hervorbringung und Unterhaltung der Lebensthätigkeiten verwendet, und dabei fortwährend in verschiedener Gestalt dem Körper entzogen werden. Diesen Verlust, welchen der Organismus durch die Lebensthätigkeit beständig an seiner Masse erleidet, macht zu seiner Erhaltung eine fortwährende Zufuhr neuer Stoffe von außen unerläßlich, gerade so wie eine Dampfmaschine, wenn sie im Gange bleiben soll, stets frisches Brennmaterial und Wiederersatz des als Dampf entweichenden Wassers bedarf. Ueberdieß werden — um bei dem gewählten Vergleich zu bleiben — im Organismus die Theile der Maschine selbst, nämlich die Körperorgane, durch die von außen zugeführten Stoffe in Stand gehalten, und aus deren Ueberschuß neue Theile gebildet, daher diese Zufuhr durchaus nicht entbehrt werden kann, wenn nicht die allseitig ineinandergreifenden Lebensverrichtungen stocken sollen. So sind die Bestandtheile des lebenden Körpers in beständiger Bewegung und Umsetzung begriffen, wie in einem Wirbel, welcher stets einerseits neue Theile anzieht, um sie, nachdem er sie eine Zeit lang umgetrieben, andrerseits wieder auszustoßen.

Diejenigen Stoffe, welche der Organismus von außenher aufnimmt, um sie mehr oder weniger vollständig in Bestandtheile seiner selbst umzuwandeln (zu assimiliren), damit sie die durch seinen Lebensprozeß verbrauchten Stoffe ersetzen, nennen wir seine Nahrungsmittel; sie sind durchaus nothwendig zur Erhaltung des Organismus durch Ernährung der Organe, zu seinem Wachsthum durch Bildung neuer Theile und zur steten Unterhaltung seiner Lebensverrichtungen.

Die Nahrungsmittel der Pflanzen müssen offenbar alle diejenigen Grundstoffe oder Elemente enthalten, aus denen der Pflanzenkörper zusammengesetzt ist; denn da die Neuerzeugung eines Elementes oder die Umwandlung eines derselben in ein anderes eine Unmöglichkeit ist, so müssen alle einzelnen Grundstoffe, die sich in den Pflanzen vorfinden, ihnen auch von außenher durch ihre Nahrungsmittel zugeführt werden. Im Ganzen sind deren übrigens nur verhältnißmäßig wenige; nur 16 von den 55 bekannten Elementen finden sich überhaupt in den Pflanzen vor, und auch von diesen ist die Mehrzahl entweder nur in einzelnen Pflanzen vorhanden, oder, wenn sie allgemeiner verbreitet sind, so treten sie nur in geringen Mengen auf. Wesentlich dagegen und sozusagen charakteristisch für die Pflanze, auch vorwiegend ihre Körpermasse bildend, sind (wie schon in der Einleitung s. ob. S. 2 und 3 gesagt wurde) die vier Elemente, aus denen die organischen oder näheren Pflanzenbestandtheile bestehen, nämlich Kohlenstoff (C), Sauerstoff (O), Wasserstoff (H) und Stickstoff (N); sie müssen also auch vorzugsweise und in größerer Menge der Pflanze durch ihre Nahrungsmittel zugeführt werden. Die übrigen Elemente, die sich noch in den Vegetabilien finden und die sie stets nur in geringer Menge aufnehmen, deren sie aber, obgleich vielen Pflanzen einzelne derselben fehlen, doch nicht gänzlich entbehren können, sind: Chlor (Cl), Jod (J)*) und Brom (Br)*), Schwefel (S), Phosphor (P), Silicium (Si), Kalium (K), Natrium (Na), Calcium (Ca), Magnium (Mg), Eisen (Fe), Mangan (Mn). Zweifelhaft in ihrer Eigenschaft als wirkliche Pflanzenbestandtheile sind: Fluor, Aluminium und Kupfer; jedenfalls sind dieselben nur von sehr geringer Bedeutung für das Pflanzenleben.

Da die Pflanze der Fähigkeit der Ortsbewegung entbehrt, also nicht wie das Thier der Nahrung nachgehen und sie selbstthätig aufsuchen kann, so müssen ihr die Nahrungsstoffe, die sie zur Erhaltung

*) Diese beiden Elemente kommen nur in Seegewächsen vor.

bedarf, überall durch die umgebenden Medien, nämlich den Boden und die Atmosphäre und das in beiden verbreitete Wasser dargeboten werden. Die Form aber, in der die Pflanze ihre Nahrungsmittel aufnimmt, kann offenbar nur entweder die luft= und dunstförmige seyn, für welche die zahlreichen Spaltöffnungen der grünen Theile (s. S. 148) den Zugang ins Innere der Pflanze gestatten, oder die tropfbar=flüssige, in welcher Gestalt sie durch die Wurzel eingesogen werden. Feste Theile dagegen kann die Pflanze, die ja ringsum von der zusammenhängenden Hülle der Oberhaut nach außen abgeschlossen und in ihrem innern Gewebe überall durch die Wandungen der Elementarorgane unterbrochen ist, nirgends aufnehmen; sie können nur ins Innere gelangen, sofern sie löslich sind und sich nach ihrer Aufnahme auf diesem Wege wieder in fester Gestalt auszuscheiden vermögen.

Die vier die organischen Pflanzenbestandtheile bildenden Elemente, nämlich Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff sind offenbar die wichtigsten Unterhaltungsmittel des Pflanzenlebens. Von ihnen wird zuerst nachzuweisen seyn, wie sie beständig sowohl in der Luft als im Boden in ausreichender Menge und in geeigneter Form der Pflanze dargereicht werden, und wie sie sich im Verhältniß des Verbrauchs beständig wiederersetzen. Die übrigen obengenannten Elemente, die unorganischen Bestandtheile der Vegetabilien bildend, werden nur aus dem Boden aufgenommen, und müssen sich dort in löslicher Form vorfinden, um mit dem Wasser, dem allgemeinen Träger der Nahrung, welche die Pflanze aus dem Boden zieht, durch die Wurzeln eingesogen werden zu können.

Das Wasser (H^2O, d. h. aus zwei Atom Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff bestehend) nimmt, die Quellen, Flüsse, Seen und Meeresbecken zusammengerechnet, in flüssiger Gestalt einen sehr beträchtlichen Theil der Erdoberfläche ein. Diese ganze Masse aber ist beständig und bei jeder Temperatur der Verdunstung unterworfen, daher sind Wasserdämpfe eine ganz allgemeine Beimischung der Atmosphäre, aus der sie sich wieder in Gestalt der wäßrigen Meteore: Thau, Nebel, Regen, Schnee u. s. w. niederschlagen, und so in sehr beträchtlicher Menge in tropfbar=flüssiger Gestalt in den Boden gelangen. Ferner zeigt auch derjenige Körper, den wir Humus nennen (über dessen Wesen und Eigenschaften weiter unten ausführlicher gesprochen werden wird) und der einen Bestandtheil jedes fruchtbaren Erdreichs, namentlich der sogenannten Dammerde ausmacht, die Eigenthümlichkeit, fortwährend den Wasserdampf der Atmosphäre zu verdichten. So kann die Pflanze theils in Gestalt des fließenden Was=

sers, theils als Niederschlag aus der Atmosphäre fast beständig durch ihre Wurzeln Wasser aus dem Boden aufnehmen, und dieses ist dann das Lösungsmittel für ihre übrigen aus dem Boden stammenden Nahrungsstoffe. Andererseits findet die Pflanze mit ihren in der Luft vegetirenden Theilen in der feuchten Atmosphäre Wasserdämpfe zur Einathmung durch die Spaltöffnungen vor. Auf diesem Wege der Einathmung können aber offenbar nur gasförmige Körper und also nur solche Elemente, welche flüchtige Verbindungen einzugehen vermögen, aufgenommen werden.

Daß wirklich das Wasser theils als Vehikel der übrigen Nahrungsstoffe, theils durch seine in die Zusammensetzung der Pflanze selbst eingehenden Elemente für das Pflanzenleben von erster Wichtigkeit ist, sehen wir unzweifelhaft daraus, daß überall das Gedeihen der Vegetation wesentlich durch entsprechende Bewässerung des Bodens und einen angemessenen Feuchtigkeitsgrad der Luft bedingt ist; auch bewährt sich die künstliche Regelung dieser Verhältnisse durch Wasserleitung, Berieselung, Begießen u. dgl. als das mächtigste Mittel zur Hebung der Cultur der Nutz- und Nahrungspflanzen, dieser Hauptgrundlage einer gesicherten Existenz der menschlichen Gesellschaft.

Das wichtigste und eigentlich wesentlichste Nahrungsmittel, welches die Pflanze aus ihren Umgebungen aufnimmt, ist die **Kohlensäure**, eine Gasart, welche aus einem Atom Kohlenstoff und zwei Atomen Sauerstoff zusammengesetzt ist. Sie liefert der Pflanze dasjenige Element, welches in ihrer Masse vorwiegend enthalten ist, nämlich den **Kohlenstoff**; wirklich bestehen, wie wir weiter unten noch im Einzelnen nachweisen werden, die wichtigsten Pflanzenbestandtheile: als der die Wandungen der sämmtlichen Elementarorgane bildende **Zellstoff**, das **Stärkemehl**, der **Zucker** u. a. m. nur aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers.

Die **Kohlensäure** wird den Pflanzen auf zwei Wegen zugeführt, erstens nämlich durch das von den Wurzeln aufgenommene Wasser, welches soviel als sein eigenes Volum beträgt, an Kohlensäure aufgelöst enthalten kann und auch meist wirklich enthält, weil es dieselbe fast stets aus der Atmosphäre bis zur Sättigung aufzunehmen Gelegenheit hat; und zweitens durch die Blätter direct aus der umgebenden Atmosphäre, welche Kohlensäure als beständige Beimischung überall enthält. Ihre Quantität in der Luft erscheint zwar verhältnißmäßig sehr gering, denn sie beträgt nur etwa vier Zehntausendstel des Volums der atmosphärischen Luft; dieses kommt aber daher, daß sie von den Vegetabilien beständig als Nahrung aufgenommen und so verzehrt wird; dafür aber wird stets eine entsprechende Quantität

von Sauerstoff ausgehaucht, indem die Pflanze nur den Kohlenstoff zurückbehält und zu ihrer Ernährung verwendet. In Wirklichkeit aber ist die von den Gewächsen durch die so ausgedehnte Oberfläche ihrer in der Luft vegetirenden Theile aufgesaugte Quantität von Kohlensäure äußerst beträchtlich, wie sich schon aus einer ungefähren Schätzung der in der gesammten Vegetation der Erde abgelagerten Kohlenstoffmenge ergibt. Auch findet die Bildung von Kohlensäure und ihre Aushauchung in die Atmosphäre beständig im größten Maaßstabe statt. Durch die Athmung der Thiere wird bekanntlich der Sauerstoff der Luft verbraucht und dafür das entsprechende Quantum Kohlensäure ausgeschieden. Ferner besteht jeder Verbrennungsprozeß wesentlich in Erzeugung von Kohlensäure auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs. Endlich ist die Verwesung und Vermoderung aller organischen Stoffe eine sehr reiche Quelle von Kohlensäure, denn diese Prozesse sind in der Hauptsache nichts anderes als sehr langsame Verbrennungen; auch hier wird nämlich unter Aufnahme des Sauerstoffs der Luft fortwährend Kohlensäure gebildet. Nach allem diesem müßte unsere Atmosphäre längst an Sauerstoffgehalt abgenommen haben und durch den Ueberschuß an Kohlensäure (wovon schon 8 Prozent, der Luft beigemischt, sie unathembar machen) für die Unterhaltung des thierischen Lebens untauglich geworden seyn, wenn nicht durch eine unausgesetzt wirkende Thätigkeit die normale Zusammensetzung derselben (aus 80 Raumtheilen Stickstoff und 20 Sauerstoff) beständig wiederhergestellt, und der Ueberschuß an Kohlensäure verbraucht und aufgezehrt würde. Dieses geschieht nun durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen, indem sie fortwährend die durch Verbrennung, Athmung der Thiere und Verwesung erzeugte Kohlensäure als Nahrungsmittel aufnehmen und dafür Sauerstoff an die Atmosphäre abgeben, dessen Vorhandenseyn wieder zur Unterhaltung der genannten Prozesse unumgänglich nöthig ist. Durch dieses wunderbare Ineinandergreifen, wonach das lebendige Daseyn von Thier- und Pflanzenreich sich gegenseitig bedingen und dieses wieder auf dem Zersetzungsprozeß der organischen Körper fußt, wird es möglich, daß unsere Atmosphäre, obgleich die Vermittlerin aller dieser Vorgäuge, doch in ihrer Zusammensetzung sich immer und überall gleich bleibt, wie dieß zahlreiche eudiometrische Versuche unwiderleglich dargethan haben. Dabei ist wie oben angegeben ihr Kohlensäuregehalt nur ein kleiner Bruchtheil, gleichsam nur eine Andeutung der großartigen nahezu sich das Gleichgewicht haltenden Thätigkeiten, durch welche fortwährend dieses Gas einerseits auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs erzeugt, andererseits verbraucht und wieder durch reinen Sauerstoff ersetzt wird.

Der Boden, in dem die Pflanzen wurzeln, bildet sich aus der Verwitterung der die Erdoberfläche bildenden Gesteinsmassen; man unterscheidet gewöhnlich dreierlei charakteristische Bodenarten, nämlich: Sand-, Lehm- und Kalkboden, je nach der mineralogischen Beschaffenheit der Gesteine, aus denen sie hervorgegangen; im Sandboden herscht die Kieselerde, im lehmigen die Thonerde und im Kalkboden die Kalkerde vor. Auf den hier betrachteten Theil der Pflanzenernährung ist aber diese mineralische oder unorganische Grundlage des Bodens nur indirect von Einfluß, insofern nämlich die durch ihre physikalische Beschaffenheit bedingte verschiedene Dichtigkeit und wasserhaltende Kraft die Zuführung der Nahrung zu den Wurzeln mehr oder weniger begünstigt. So läßt der lockere Sandboden das Wasser zwar rasch eindringen, hält es aber, wenn nicht ein festerer Untergrund vorhanden ist, nur kurze Zeit zurück, wogegen die Thonerde die Eigenschaft hat, die Feuchtigkeit mit großer Kraft festzuhalten, wobei sie eine zähe dem Eindringen der Luft hinderliche Konsistenz annimmt. Thoniges Erdreich wird vorzugsweise schweres, solches, das viel Sand- und Kieselsteine enthält, leichtes genannt; eine angemessene Mischung beider Bodenarten, die man hier und da mit Vortheil künstlich bewerkstelligt, z. B. durch Zusatz von Kalk und Mergel zu schwerem Thonboden, ist im Allgemeinen für das Pflanzenwachsthum am zuträglichsten; doch gedeihen gewisse Kulturpflanzen oft am besten in ganz bestimmten Bodenarten, z. B. Gerste, Rüben und Kartoffeln im leichten Sandboden.

In jedem Boden, auf dem Vegetation gedeiht, ist aber außer seiner mineralischen Grundlage noch als wesentliche Beimengung eine gewisse Quantität organischer Bestandtheile enthalten, welche aus Pflanzen- und Thierresten in verschiedenen Graden der Zersetzung bestehen und die unter der allgemeinen Benennung: Humus zusammengefaßt werden. Glüht man ein humushaltiges Erdreich, so verbrennt eben dieser organische Theil und der unorganische bleibt zurück, daher kann der Torfboden, welcher fast zu $^3/_4$ aus Pflanzenresten, die sich in sogenannte Humuskohle umgewandelt haben, besteht, nach seiner Austrocknung als Brennmaterial benützt werden; vom Wasser dagegen wird nur ein kleiner Theil des im Boden befindlichen Humus gelöst. Je mehr Humus ein Boden enthält, desto dunkler ist derselbe gefärbt, wie das die Vergleichung der gewöhnlichen Dammerde mit der sehr humusreichen Gartenerde deutlich zeigt.

In der Regel nimmt mit dem vermehrten Humusgehalt einer Bodenart ihre Fähigkeit zur Ernährung der Gewächse, ihre Fruchtbarkeit zu. Deßhalb hielt man lange Zeit den Humus selbst

für das eigentliche Nahrungsmittel der Pflanzen, indem man glaubte, er werde, in Wasser gelöst, von den Wurzeln aufgenommen. Nun aber ist derselbe, wie eben angeführt wurde, nur in sehr geringer Menge in Wasser löslich, und es läßt sich leicht berechnen, daß auf diesem Wege der Pflanze nur eine ganz unzureichende Menge von Kohlenstoff, dessen sie vorzugsweise zu ihrer Ernährung bedarf, zugeführt werden könnte. Dagegen ist der Humus, d. h. die in verschiedenen Graden der Zersetzung begriffene organische Substanz mittelbar, nämlich durch die daraus sich entwickelnden Verbindungen die eigentliche Grundlage der Pflanzenernährung. Alle die natürlichen Zersetzungsprozesse der organischen Substanz, welche wir als Fäulniß, Verwesung, Vermoderung bezeichnen, bestehen im Wesentlichen darin, daß die ternären und quaternären Verbindungen der organischen Elemente, wie sie im lebenden Körper gebildet wurden, in binäre Combinationen sich auflösen, nämlich in Kohlensäure (CO^2), Wasser (H^2O) und Ammoniak (HN^3), auch wohl Kohlenwasserstoffe (H und C in verschiedenen Verhältnissen), welche unter Beimengung einiger anderer Elemente, namentlich Schwefel und Phosphor, meist in Gasgestalt entweichen, wodurch denn die organische Substanz allmählig zerstört wird und als solche verschwindet. Die Producte aber dieser allmähligen Auflösung der Thier- und Pflanzenreste, die in den verschiedenen Stufen der Zersetzung, wie sie sich im Boden vorfinden, dessen Humusgehalt ausmachen, vor allem aber die Kohlensäure bilden vorwiegend die Nahrung der Pflanzen. Hieraus erklärt sich auch leicht, warum der Humus im Boden nur dann förderud auf die Vegetation einwirkt, wenn er mit der atmosphärischen Luft, deren Sauerstoff er bedarf, um Kohlensäure zu bilden, hinlänglich in Berührung gebracht wird; zu diesem Zwecke lockert man eben den Boden durch Hacken, Pflügen oder sonstige Bearbeitung auf, damit die Luft überall eindringen und so die Zersetzung des Humus stattfinden kann. Daß ein weiterer Vortheil der Bearbeitung und mechanischen Zerkleinerung des Bodens in der beschlennigten Verwitterung seiner unorganischen Bestandtheile besteht, werden wir weiter unten sehen.

Die auf solche Weise beständig aus dem Humus des Bodens sich entwickelnde Kohlensäure wird theils, sowie sie sich gebildet hat, von dem im Boden vorhandenen oder aus der Luft niedergeschlagenen Wasser aufgenommen und durch dieses den Wurzeln zugeführt, theils verbreitet sie sich zugleich mit der aus andern Quellen stammenden, namentlich der durch die Verbrennungsprozesse und die Athmung der Thiere gebildeten (s. oben), in Gasgestalt in die Atmosphäre und wird aus dieser durch die oberirdischen Pflanzentheile eingeathmet.

Daß letzteres wirklich in großem Maßstabe geschieht oder mit andern Worten, daß die Pflanzen ihren Bedarf an Kohlenstoff vorwiegend aus der überall verbreiteten Kohlensäure der Atmosphäre aufnehmen, wird schon dadurch bewiesen, daß auch Bodenarten, die einen äußerst geringen Humusgehalt haben, wie der Flug- und Dünensand, doch für bestimmte Arten des Pflanzenwuchses sich günstig zeigen, wie das Gedeihen ausgedehnter Kiefern-Wälder in solchen Localitäten zeigt. Wo sollten diese ihren Kohlenstoff, den vorwiegenden Bestandtheil ihrer Masse, hernehmen als aus der in der Atmosphäre vorhandenen stets wieder neu zuströmenden Kohlensäure? Zu demselben Schluß führt uns auch die Erfahrung, daß durch den Jahr um Jahr sich erneuernden Pflanzenwuchs der Humusgehalt des Bodens sich nicht vermindert, sondern erhöht, und daß er selbst dann sich nicht erschöpft, wenn wir, wie beim Culturland, die darauf erzeugte organische Substanz, nämlich die Erndte, ihm jährlich entziehen. Dieses Alles muß uns wie gesagt darauf hinweisen, daß die Pflanzenwelt die Fähigkeit besitzt, aus den Verbindungen der Stoffe, wie sie die umgebende unorganische Natur darbietet, und zunächst aus Wasser und Kohlensäure immer wieder ihre organischen Bestandtheile zu bilden. Sie nimmt also ihre Nahrung in unorganischer Form als binäre Verbindungen auf, welche freilich zu einem beträchtlichen Theil aus den organischen Reichen abstammen. Dem Thier dagegen geht diese Fähigkeit der Assimilirung unorganischer Verbindungen ab; es bedarf zu seiner Ernährung durchaus organischer Stoffe; daher bildet auch in dieser Beziehung das Pflanzenreich die nothwendige Grundlage und Vorbedingung der Existenz des Thierreichs.

Bei der Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Humus*) bildet sich, wie oben gesagt, Ammoniak; am meisten davon liefern die thierischen Substanzen, weil in ihrer Zusammensetzung der Stickstoff vorwiegt; aber auch in den Vegetabilien finden sich stets stickstoffhaltige Verbindungen, wie denn der Kleber und das Legumin wesentliche Bestandtheile der nährenden Getreide- und Hülsenfrüchte, das so allgemein verbreitete Blattgrün oder Chlorophyll u. a. m. zu dieser Klasse gehören. Demnach bedarf auch die Pflanze zu ihrem Gedeihen der steten Zufuhr von Stickstoff und zwar in seiner Verbindung als Ammoniak, denn für sich, wie er in der Atmosphäre vorhanden ist, vermag ihn die Pflanze nicht aufzunehmen und zu assimi-

*) Mulder hat nachgewiesen, daß auch bei der Verwesung stickstofffreier organischer Substanzen sich Ammoniak bildet, indem der freiwerdende Wasserstoff sich mit Stickstoff aus der Atmosphäre verbindet.

liren. Das Ammoniak geht mit der Kohlensäure eine sehr flüchtige und in Wasser leicht lösliche Verbindung ein; diese: das kohlensaure Ammoniak sowie das Ammoniak-Gas, welche beide beständig aus dem Boden in die Atmosphäre entweichen, werden aus derselben mit den sich verdichtenden Wasserdämpfen niedergeschlagen, und finden sich daher im Regenwasser gelöst, welches eben diesem Bestandtheil seine eigenthümliche „Weichheit" verdankt. Ferner haben die Thonerde und das Eisenoxyd, welche so häufig Bestandtheile des Bodens bilden, die Eigenschaft, das Ammoniak der Atmosphäre zu firiren, und endlich bilden die bei der Zersetzung des Humus entstehende Humus- und Quellsäure mit dem Ammoniak lösliche Salze. So geschieht es, daß das von der Pflanze eingesaugte Wasser stets Ammoniak und Ammoniaksalze in hinreichender Menge gelöst enthält, um der Pflanze den für einen Theil ihrer Bestandtheile nöthigen Stickstoff zu liefern.

Aus dem bisher Gesagten geht also hervor, daß die eigentlichen Nahrungsmittel der Pflanze Wasser, Kohlensäure und Ammoniak sind, durch welche ihr die vier Elemente, aus der ihre organischen Bestandtheile bestehen, nämlich: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff zugeführt werden; ferner daß diese Nahrungsmittel der Gewächse überall in der Atmosphäre verbreitet sind und überall von der Pflanze theils unmittelbar aus der Luft, theils mittelbar aus dem Boden durch die Wurzeln in hinreichender Menge aufgenommen werden können; endlich daß die Quelle, aus der sich bei dem steten Verbrauch diese Pflanzennahrung immer wieder erzeugt, für einen sehr beträchtlichen Theil derselben in der Zersetzung der organischen Reste selbst zu suchen sey. Wir können daher die Lehre von der organischen Pflanzennahrung in den Worten Liebig's zusammenfassen: „Kohlensäure, Ammoniak und Wasser enthalten in „ihren Elementen die Bedingung zur Erzeugung aller Pflanzenstoffe; „Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die letzten Producte des „chemischen Prozesses ihrer Verwesung. Alle die zahllosen in ihren „Eigenschaften so unendlich verschiedenen Producte der Lebenskraft „nehmen nach dem Tode die ursprünglichen Formen wieder an, aus „denen sie gebildet sind. Der Tod, die völlige Auflösung einer untergegangenen Generation, ist die Quelle des Lebens für eine neue."

Die Nahrungsmittel, die wir im Vorhergehenden betrachtet haben, führen also der Pflanze ihre vier Hauptelemente, aus denen die organischen Pflanzenbestandtheile zusammengesetzt sind, zu; nun aber kommen außerdem, wie oben angeführt wurde, noch eine Reihe weiterer Grundstoffe in den Vegetabilien vor, welche den un-

organischen Theil der Pflanzensubstanz bilden. Auch diese Stoffe müssen der Pflanze freilich meist nur in geringer Menge von außen zugeführt werden, wenn sie wachsen und gedeihen soll. Zwar fehlen einzelne derselben gewissen Klassen von Pflanzen oder sie können gegenseitig einander ersetzen; doch aber sind gewisse dieser unorganischen Bestandtheile jeder Pflanze nothwendig, andere treten vorwiegend und sozusagen charakteristisch in bestimmten Pflanzentheilen auf, wie die Phosphorsäure in den Samen, oder in gewissen Pflanzengruppen, z. B. die Kieselerde in der Familie der Gräser. Wenn wir hier die Stoffe von ganz beschränktem Vorkommen ausschließen, so bleiben uns die folgenden in den Vegetabilien vorkommenden unorganischen Elemente und Verbindungen, nämlich: Schwefel (S), Phosphor (P), Chlor (Cl), Kieselerde (SiO^2), Natron (NaO), Kali (KO), Kalk (CaO), Bittererde oder Magnesia (MgO), Eisen- (Fe^2O^3), und Manganoxyd (Mn^2O^3), nach ihrem Vorkommen und ihrer Abstammung zu betrachten.

Offenbar können diese unorganischen Bestandtheile den Gewächsen nur durch den Boden, in dem sie wurzeln, geliefert werden, denn einestheils geht die Mehrzahl der hier in Frage stehenden Elemente gar keine flüchtigen Verbindungen ein, anderntheils, wo dieses auch der Fall ist, wie beim Schwefel und Phosphor, da finden sich dieselben doch nur ganz ausnahmsweise der Luft beigemengt; in der That haben wir die normalen Bestandtheile und regelmäßigen, ständigen Beimischungen der Atmosphäre im Vorhergehenden erschöpfend aufgezählt. Wenn also die Pflanzen auch in Bezug auf ihre organische Nahrung in hohem Grade unabhängig von dem Erdreich, in dem sie wachsen, erscheinen, so ist dieses in Bezug auf ihre unorganischen Bestandtheile durchaus nicht der Fall. Sie können nur gedeihen und wachsen, wenn ihnen der Boden diese in einer zur Aufnahme durch die Wurzeln geeigneten Form, nämlich als im Wasser lösliche Verbindungen darbietet. Nur insofern ein Boden dieser wesentlichen Bedingung der Pflanzenernährung entspricht, kann er im Allgemeinen fruchtbar genannt werden, und wenn auf demselben eine bestimmte Vegetation vorzugsweise gedeihen soll, so muß er im Stande seyn, die ihr nothwendigen unorganischen Bestandtheile zur Aufnahme durch die Wurzeln darzubieten.

Schwefel und Phosphor in der Gestalt schwefel- und phosphorsaurer Salze fehlen fast nie unter den mineralischen Bestandtheilen des Bodens; namentlich sind der Gyps (schwefelsaurer Kalk) und der Apatit (phosphorsaurer Kalk) sehr allgemein in den Gesteinsschichten verbreitet, aus deren Verwitterung das Erdreich gebildet

wird; jener ist für sich, dieser bei Anwesenheit von Kohlensäure oder einem Ammoniaksalz in Wasser löslich und so können sie mit diesem von den Wurzeln eingesogen werden. Für diese beiden Elemente gibt es aber noch eine zweite Quelle, aus der sie im Boden sich immer wieder erneuern können; beide sind nämlich in den organischen, vorwiegend aber in gewissen thierischen Substanzen in beträchtlicher Menge enthalten, so der Schwefel im Blut, im Fleisch und den Haaren, der Phosphor im Urin und ganz besonders in den Knochen und zwar hier ebenfalls als phosphorsaurer Kalk (die sogenannte Knochenerde); demnach werden auch bei der Zersetzung des Humus und vorzugsweise bei der Fäulniß und Verwesung thierischer Reste Schwefel- und Phosphorsäure entwickelt; sie verbinden sich meist sogleich mit dem vorhandenen Ammoniak zu leicht löslichen Salzen und werden sofort von der Feuchtigkeit des Bodens aufgenommen und den Wurzeln zugeführt.

C h l o r ist namentlich als Kochsalz (Chlornatrium NaCl) außerordentlich verbreitet in der Natur; in geringen Mengen, wie sie für den Bedarf der überwiegenden Mehrzahl der Pflanzen ausreichen, findet sich dasselbe fast in jedem Quellwasser gelöst vor. Die eigentlichen Salzpflanzen aber, in deren Substanz größere Quantitäten von Chlornatrium enthalten sind, zeigen sich immer an solche Lokalitäten gebunden, wo der Boden entweder von Steinsalz, das dort lagert, oder von der Nähe des Meeres her mit Clornatrium geschwängert ist. Den Seestrandspflanzen werden auch durch die Winde mechanisch emporgerissene Salztheilchen zugeführt.

Die K i e s e l e r d e ist als Quarz, Kies und Sand zwar ein sehr verbreiteter Bodenbestandtheil; ist sie aber in diesem Zustande gänzlich unlöslich, so ist sie auch in dieser Gestalt für die Pflanzenernährung durchaus indifferent, außer insofern sie durch die Art ihrer mechanischen Zertheilung die physikalischen Eigenschaften des Bodens mitbedingt.

Dagegen sind als eine Hauptquelle der wichtigern unorganischen Bestandtheile der Vegetabilien die f e l d s p a t h i g e n Gesteine zu nennen, welche bekanntlich im Granit, Porphyr, Thonschiefer, der Grauwacke und dem Basalt, also in den verbreitetsten Gesteinarten einen sehr beträchtlichen Gemengtheil ausmachen. Sie bestehen alle im Wesentlichen aus kieselsaurer Thonerde nebst wechselnden Mengen der Silicate des Kali's, Natrons, des Kalks und der Bittererde. Damit aber diese Stoffe, von den Wurzeln aufgenommen, der Vegetation zu Gute kommen können, müssen sie erst a u f g e s c h l o s s e n, d. h. aus ihrer ursprünglichen unlöslichen Form in die lösliche übergeführt werden.

Dieses geschieht nun fortwährend durch die Verwitterung, durch welche unter Einwirkung der Luft, des Temperaturwechsels und der Feuchtigkeit die festen Gesteine allmählig zerbröckeln, indem ihre Alkalien und alkalischen Erden sowie ein Theil ihrer Kieselsäure von dem kohlensäurehaltigen Wasser gelöst und fortgeführt werden; es zerfallen so diese Gesteine in thoniges Erdreich, dessen Gehalt an löslichen Alkalien eben seine Fruchtbarkeit bedingt. Diese Aufschließung des Bodens durch fortschreitende Verwitterung zu begünstigen, ist eben auch ein Hauptzweck der Bearbeitung des Bodens bei der Pflanzencultur; durch die mechanische Zerkleinerung wird nämlich den zersetzenden Agentien der Zutritt erleichtert, und so ihre allseitige Wirksamkeit gefördert. Aehnlich wirken auch die Pflanzen selbst mechanisch durch das Eindringen und Wachsen ihrer Wurzeln, daher die bekannte Erfahrung, daß die Zerstörung und Verwitterung von Gesteinsmassen wesentlich durch den darauf vegetirenden Pflanzenwuchs gefördert und beschleunigt wird. Doch läßt sich für diese Erscheinung noch eine zweite Ursache anführen, die nämlich, daß in dem genannten Fall die sich bildenden löslichen Verbindungen stets sogleich von den Wurzeln der Pflanzen aufgesaugt und weggeführt werden, während wenn sie unverbraucht im Boden bleiben, hiedurch das Weiterschreiten der Verwitterung offenbar gehemmt werden muß.

Der kohlensaure Kalk bildet bald reiner, bald gemischt mit Thon- und Kieselerde, mit Gyps (schwefelsaurem Kalk) und kohlensaurer Bittererde (im Dolomit) ausgedehnte Gesteinsschichten, und ist somit in dem aus deren Verwitterung entstehenden Boden vorherrschend; er löst sich bekanntlich leicht in kohlensäurehaltigem Wasser und wird daher mit diesem den Wurzeln zugeführt. Im Allgemeinen jedoch ist der eigentliche Kalkboden nicht fruchtbar zu nennen, indem der Kalkbedarf der meisten Pflanzen nur verhältnißmäßig gering ist, so daß er meist schon durch den fast jeder Bodenart, auch wenn sie nicht von Kalksteinen herstammt, beigemengten Kalk gedeckt wird. Der Ueberschuß an Kalksalzen und der Mangel anderer Bestandtheile wirkt auf viele zartere Pflanzen schädlich ein, daher wir meist den reinen Kalkboden nur mit kümmerlicher und einförmiger Vegetation bedeckt sehen.

Was endlich das Eisen- und Manganoxyd, die letzten der oben namhaft gemachten unorganischen Pflanzennahrungsmittel betrifft, so sind dieselben fast in jedem Boden anzutreffen, ersteres durch die röthliche oder röthlichgelbe Färbung leicht erkennbar, die es dem Erdreich mittheilt. Auch dieser Stoffe aber bedarf die Pflanze zu ihrem Gedeihen nur in kleiner Quantität, und ihr Ueberschuß wird

der Vegetation leicht schädlich, wie wir denn sehr eisenhaltigen Boden oft gerade aus dieser Ursache unfruchtbar sehen; vom Manganoxyd haben Versuche gezeigt, daß es schon in der Beimischung von 1 Procent dem Gedeihen jedes Pflanzenwuchses absolut hinderlich ist.

Während also die Pflanzen die organischen Elemente ihrer Nahrung theils mittelbar theils unmittelbar der atmosphärischen Luft entnehmen, in welche dieselben, wie wir oben gesehen haben, wesentlich in Folge der Zersetzung der Humusbestandtheile des Bodens gelangen, so schöpfen sie dagegen ihre unorganischen Nahrungsmittel nur aus den mineralischen Gemengtheilen des Erdreichs, daher sie in dieser Beziehung durchaus von dem Boden, in dem sie wachsen, abhängig sind. Wir sehen deßhalb auch gerade in dieser Beziehung die Vegetation bedingt durch die Natur der Gesteine, deren Verwitterung eine bestimmte Bodenart ihre Entstehung verdankt, und überhaupt durch den chemischen Charakter des Bodens; so sind z. B. unsere schönen Orchideen meist sichere Anzeiger eines reinen Kalkbodens, und so läßt das Vorkommen gewisser Chenopodiaceen (z. B. Salicornia) und anderer Seestrandsgewächse (Glaux maritima, Glyceria distans &c.) stets auf Kochsalzgehalt des Bodens schließen, wie sich denn diese Gewächse auch regelmäßig in der Nähe von Salzquellen und Salinen finden. Doch aber richtet sich im Allgemeinen der Charakter der natürlichen Vegetation mehr nach der physikalischen als nach der chemischen Beschaffenheit des Bodens, was uns natürlich erscheinen muß, wenn wir bedenken, daß die Hauptbedingungen der Ernährung auch in Beziehung auf die unorganischen Stoffe, wie oben im Einzelnen nachgewiesen wurde, sich beinahe überall vorfinden. Dazu kommt noch, daß einestheils die Quantität dieser unorganischen Bestandtheile bei derselben Pflanzenart nach den Umständen wechselnd gefunden wird, anderntheils daß sich einige derselben gegenseitig vertreten können, wodurch offenbar die Abhängigkeit der Vegetation von der chemischen Beschaffenheit des Bodens sich vermindern muß. In welchem Grade die Mehrzahl der Pflanzen hierin sozusagen selbstständig, d. h. nicht an lokal beschränkte Bedingungen geknüpft ist, können wir am besten in unsern botanischen Gärten sehen, wo nebeneinander, also nahezu unter denselben Bedingungen der Ernährung, die größte Mannigfaltigkeit von Pflanzenarten wächst und gedeiht.

Bei unsern Culturpflanzen, deren Anbau im Großen Gegenstand des Ackerbau's ist, tritt aber in Betreff ihrer anorganischen Nahrung ein anderes, ganz eigenthümliches Verhältniß ein. Diese entziehen nämlich dem Boden, auf dem sie in so beträchtlicher Anzahl cultivirt werden, verhältnißmäßig große Quantitäten jener anorganischen Stoffe,

welche dann mit der Erndte weggenommen werden und so dem Boden entzogen bleiben, während bei der sich selbst überlassenen Vegetation durch den Laubfall und das Absterben der Individuen, die ihren Lebenscyclus vollendet haben, der größte Theil jener Bestandtheile wieder in den Boden zurückkehrt. Nun bedürfen, wie schon oben angeführt wurde, die Gräser — also auch unsere Getreidearten — Kieselerde, die Pflanzen mit vorherrschender Samenentwicklung Phosphorsäure, der Klee, Taback und die Hülsenfrüchte Kalk, die Rüben Kali, der Weinstock Natron in beträchtlicherer Menge zu ihrer Entwicklung. Jede dieser Pflanzenarten wird also in wiederholten Culturen den Boden an einzelnen seiner unorganischen Bestandtheile ärmer machen und endlich so erschöpfen, daß er zur Hervorbringung von Erndten derselben Art unfähig wird. Dagegen wird er für den Anbau solcher Nutzgewächse, die anderer unorganischer Nahrungsstoffe bedürfen, noch ganz geeignet seyn, wodurch eben auch bewiesen wird, daß nicht, wie man früher geglaubt hat, der Humusgehalt des Bodens (den man für den Inbegriff der Pflanzennahrung hielt) sich erschöpft, sondern daß eine solche Erschöpfung und Unfruchtbarkeit nur immer theilweise, auf bestimmte unorganische Stoffe und die Gewächse, die deren bedürfen, beschränkt ist. Läßt man einem solchen Lande daher die nöthige Zeit, daß diese aufgezehrten Stoffe durch die fortschreitende Verwitterung sich wieder ersetzen können, indem neue Theile der die Bodengrundlage bildenden Gesteine aufgeschlossen, d. h. theilweise in lösliche Form übergeführt werden, so wird es nach einem längern oder kürzern Zeitraum wieder für die gleiche Cultur geeignet erscheinen. Darauf beruht die **Wechselwirthschaft**, wo man durch abwechselnden Anbau von Kiesel-, Kalk-, Kalipflanzen u. s. w. *), der nach bestimmter Zeit in derselben Folge wiederkehrt, die einseitige Aussaugung des Bodens und somit seine Unfruchtbarkeit wegen Erschöpfung an gewissen unorganischen Bestandtheilen vermeidet. Der

---

*) Diese Ausdrücke finden in dem oben über die wesentlichen unorganischen Bestandtheile mehrerer unserer wichtigsten Nutzpflanzen Gesagten ihre Erklärung; beispielsweise wollen wir hier einen solchen Fruchtwechsel, welcher im Elsaß gebräuchlich ist, anführen, indem wir zugleich den Charakter der einzelnen Culturen hinzufügen; es braucht hiebei nur alle fünf Jahre gedüngt zu werden:

1. Jahr.	2. J.	3. J.	4. J.	5. J.
Kartoffeln oder Runkelrüben.	Weizen.	Klee.	Weizen, mit Brachrüben.	Hafer, Roggen oder Gerste.
Kalipflanze.	Kieselpfl.	Kalkpfl.	Kiesel-, Kali-Pfl.	Kiesel-, Kalk-Pfl.

6. Jahr wie erstes, 7. Jahr wie zweites u. s. f.

gleiche Zweck wird durch die Brache erreicht, wenn man nämlich vor dem wiederholten Anbau das Land einige Zeit sich selbst überläßt, während deren dann natürlich durch die Verwitterung neue Theile des Bodens aufgeschlossen werden. Der Pflanzenwuchs, den ein solches Brachland freiwillig hervorbringt, wird entweder ohne Weiteres untergepflügt oder an Ort und Stelle verbrannt, um die darin enthaltenen unorganischen oder Aschenbestandtheile dem Boden wieder zuzuführen.

Das wirksamste Mittel aber, die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhalten und herzustellen, ist die Düngung, deren Wesen darin besteht, daß die durch die Cultur dem Boden entzogenen Bestandtheile demselben in möglichst vortheilhafter Form wieder zugeführt werden. Der gewöhnlich angewendete Dünger besteht bekanntlich aus thierischen Abfällen und Excrementen, vermischt mit Stroh, Laub und dergl., also pflanzlichen Ueberresten. Dieser Dünger enthält somit alles zur Humusbildung nothwendige Material; und in der That erkennen wir an der oft gedüngten Gartenerde schon aus ihrer Farbe den reichen Humusgehalt, den auch die genauere Untersuchung bestätigt. Das wesentlich Wirksame des Düngers liegt aber nicht in dieser Humuserzeugung, sondern vielmehr in seinem Gehalt an Stickstoff und an unorganischen Bestandtheilen, vermöge deren er der Pflanze phosphorsaure, schwefelsaure und andere Ammoniaksalze und Alkalien zur Aufnahme darbietet. Denn eben diesen Bedarf kann die Pflanze nirgends sonst her als aus dem Boden ziehen, der davon in der Regel nur geringe Quantitäten enthält, die sich bei wiederholter Cultur bald erschöpfen müßten, während für seine sonstige organische Nahrung die Atmosphäre eine unerschöpfliche Quelle darbietet. In der That zeigt sich auch der Dünger um so wirksamer zur Förderung der Vegetation, je reicher er an den genannten Elementen ist; dieses ist in geringerem Grade bei den festen, in höherem bei den flüssigen Excrementen der Fall, denn der Harn der Säugethiere zersetzt sich bei der Fäulniß fast ohne Verlust in phosphorsaures, kohlensaures und salpetersaures Ammoniak, während in den festen Excrementen namentlich Kohlenstoff in beträchtlicher Menge vorhanden ist. Daher ist es von Wichtigkeit für die Anwendung des Düngers, daß sein flüssiger Theil, die sogenannte Jauche, welche gerade die Mehrzahl der unorganischen Pflanzennahrungsmittel gelöst enthält, nicht abfließe, sondern sie muß auf wohlangelegten Dungstätten gesammelt werden, um entweder von Zeit zu Zeit wieder auf den Düngerhaufen gegossen zu werden und auf diesem Weg dem zu düngenden Boden zu Gute zu kommen, oder — mit Wasser verdünnt — für sich auf das Culturland gebracht zu werden.

Aus dem Dünger entweicht, wie man leicht durch den Geruch erkennen kann, stets eine große Menge Ammoniak in flüchtiger Gestalt und geht so für den zu düngenden Boden verloren; um dieses zu vermeiden, ist eine Beimischung von Gyps sehr dienlich, weil hiedurch das gasförmige Ammoniak fixirt wird, und außerdem wird dieselbe von directem Nutzen, wenn etwa dieser für manche Culturen ganz wesentliche Bestandtheil im Boden nicht in hinreichender Menge vorhanden seyn sollte.

Der Vogeldung ist, da bei diesen Thieren sich keine deutliche Scheidung und getrennter Auswurf der festen und flüssigen Excremente findet, außerordentlich reich an denselben Salzen, welche im Harn der Säugethiere enthalten sind; er wirkt daher sehr förderlich auf die Vegetation, bedarf jedoch wegen seiner Schärfe eine entsprechende Vermengung mit andern, indifferenten Bestandtheilen. Der sogenannte Guano, welcher gegenwärtig zu Tausenden von Schiffsladungen von den Küsten Südamerika's und Afrika's zu uns gebracht wird, besteht lediglich aus massenweise angehäuften Excrementen von Seevögeln, und enthält vorzugsweise die oben genannten Harnsalze; er wirkt daher für sich oder mit Stalldünger hälftig vermischt als äußerst kräftiges Düngungsmittel, wobei man ihn etwa im Verhältniß von einem Centner auf einen Morgen Rüben-, Kartoffel- oder Getreideland anzuwenden pflegt.

Die Knochen wirken als Dünger durch ihren Gehalt an Knochenerde, d. h. an phosphorsaurem Kalk, welches dasselbe Salz ist, das in allen Samen, namentlich auch in denen der Getreidearten, sich vorfindet; am besten werden sie dem Boden gemahlen als sogenanntes Knochenmehl beigemengt. Ihr zweiter, organischer Bestandtheil, der Leim, ist stickstoffhaltig; er zersetzt sich durch die Verwesung allmählig unter Ammoniakentwicklung, während zugleich der in seinen feinsten Zwischenräumen abgelagerte phosphorsaure Kalk frei wird.

Sonstige Dungmittel von ausschließlich animaler Abstammung, die jedoch ihres hohen Preises wegen seltener Anwendung finden, sind: Blut, Haare und Wollabfälle, Fleischreste u. s. w., sie wirken ähnlich wie die thierischen Excremente, nur daß sie meist durch bedeutenden Schwefelgehalt ausgezeichnet sind, ein Element, was auch von gewissen Pflanzen vorzugsweise aufgenommen wird.

Die vegetabilische Düngung wirkt im Ganzen weniger energisch als die animalische, namentlich weil hiebei das so wesentlich nützliche Ammoniak nur in geringer Quantität vorhanden ist. Daher wird der pflanzliche Dünger am besten mit thierischem vermischt angewendet, wie das ja in der gewöhnlichen Praxis geschieht. Doch ist

jener auch für sich oft zweckdienlich, da immerhin organische wie unorganische Stoffe, die der folgenden Cultur zu Gute kommen, auf diesem Wege in den Boden gelangen. Bei der sogenannten Gründüngung wird die Grasnarbe des Bodens oder dessen Unkrautpflanzen oder endlich die krautartigen Abfälle gewisser Culturpflanzen, z. B. der Rüben und Kartoffeln untergepflügt; in andern Fällen düngt man den Boden mit gutem Erfolg mit sonstigen vegetabilischen Abfällen; so z. B. hat man in Weinbergen, wo der Abfall beim Beschneiden der Reben in den Boden gebracht wurde, davon fast dieselbe Wirkung gesehen, wie von der Anwendung des Stalldungs.

Die Asche sowohl von Holz als von Torf wird nicht selten zur Düngung angewendet, wozu sie sich durch ihren Gehalt an Alkalien und Schwefel eignet; es liegt aber eben in dieser Anwendbarkeit der Asche, welche nur die unorganischen Bestandtheile der Pflanzensubstanz (die man ja eben Aschenbestandtheile nennt) enthält, der Beweis, daß gerade nur der Gehalt an solchen und nicht der an organischen Theilen, die sich in Humus umwandeln, das wesentlich wirksame Moment des Düngers sind.

Endlich gibt es noch mineralische oder, wie man sie auch wohl weniger bezeichnend nennt, „chemische" Düngungsmittel. Es sind dieß einzelne der wichtigeren unorganischen Verbindungen, die man isolirt und mehr oder weniger chemisch rein dem Boden beimengt. Ihre Wirksamkeit erklärt sich großentheils leicht und natürlich aus dem Vorhergehenden. So ist es klar, daß das Kochsalz (Chlornatrium), das Glaubersalz (schwefelsaures Natron), der Natronsalpeter (salpetersaures Natron) durch Zuführung der Elemente wichtiger unorganischer Pflanzenbestandtheile in löslicher Form günstig auf die Vegetation der Culturpflanzen wirken werden.

Der Gyps, den man vorzüglich bei der Kleecultur verwendet, geht theils direct in Wasser gelöst in die Pflanze über, und liefert ihr so ihren Bedarf an Schwefelsäure und Kalk, theils wirkt er durch Fixirung des atmosphärischen Ammoniaks also indirect, wobei sich schwefelsaures Ammoniak und kohlensaurer Kalk bildet. Der Kalk wird theils frisch gebrannt, theils nachdem er wieder Kohlensäure aus der Luft aufgenommen hat, als sogenannter zerfallener Kalk mit Vortheil besonders auf Torfboden angewendet, der durch seinen Ueberschuß an freien Säuren (Humus-, Quellsäure u. s. w.) ausgezeichnet ist, bei dem nur eine spärliche magere Torfvegetation, aber keines unserer Culturgewächse gedeiht, weßwegen solcher saurer Boden trotz seines großen Gehalts an vegetabilischem Humus in allen Stufen seiner Zersetzung als sehr unfruchtbar gilt. Der Kalk aber neutralisirt als kräftige Basis diese

Säuren und ist daher ein Hauptmittel zur Besserung dieser Bodenart. Aehnlich wird auch der Mergel, ein kalkhaltiger Thon in feinerdiger Zertheilung auf Torfboden, in sehr humusreichem Erdreich und zur Auflockerung schweren Thonbodens gebraucht. Endlich wird selbst der (gebrannte) Thon als Verbesserungsmittel gewisser Bodenarten angewendet. Dieser ist aber nicht mehr als Düngungsmittel in dem bisher gebrauchten Sinne anzusprechen, indem die Thonerde nicht von der Pflanze aufgenommen wird; sie wirkt also lediglich durch ihre physikalischen Eigenschaften, namentlich durch ihre Eigenthümlichkeit, Wasser- und Ammoniakdämpfe aus der Luft anzuziehen, zu verdichten und sie so in einer zur Aufnahme geeigneten Form den Wurzeln der Pflanzen darzubieten.

§. 3. Von der Säftebewegung in den Pflanzen.

Die flüssige Pflanzennahrung, bestehend in Wasser, das Kohlensäure und verschiedene Salze aufgelöst enthält, wird von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen, und zwar nur allein durch die Wurzelenden, welche hierzu durch ihren Bau, namentlich durch den Mangel einer Oberhaut, deren dichteres Gewebe dem Eindringen von Flüssigkeit nur hinderlich seyn würde, ganz besonders geeignet erscheint. Die hiebei wirksame Kraft wird Einsaugung oder Endosmose genannt; ihr Wesen und die Art ihrer Wirksamkeit, welche zuerst Dutrochet genauer untersucht hat, läßt sich durch folgenden Versuch deutlich machen. Ein ziemlich weites Glasgefäß wird theilweise mit reinem Wasser gefüllt, dann nimmt man eine cylindrische Glasröhre und verschließt sie an ihrem untern Ende durch eine querübergespannte organische Haut, wozu man sich entweder einer thierischen Blase oder z. B. eines Stücks der häutigen Hülse des Blasenbaums (Colutea) bedienen kann; man füllt nun diese Röhre ebenfalls theilweise mit einer Zucker- oder Gummilösung; beide Gefäße müssen mit einer Skale versehen seyn, damit man den Stand der beiden Flüssigkeiten genau ablesen kann. Taucht man nun die Glasröhre mit ihrem untern Theil in das Wasser des weiten Gefäßes ein und läßt sie einige Zeit in dieser Stellung befestigt, so wird man bald einen veränderten Stand der beiden Flüssigkeiten wahrnehmen, indem das Wasser in dem weiten Gefäß fällt, dagegen die Lösung in der Röhre immer höher steigt. Dieses kann nur dadurch stattfinden, daß von dem Wasser durch die Haut hindurch in die Röhre eingedrungen ist, und in der That wird man bei genauer Untersuchung den Inhalt etwas verdünnter finden als vorher; wäre hier nicht eine besondere (endos-

motische) Kraft der organischen Haut wirksam, so müßte im Gegentheil wenigstens ein Theil der in der Röhre befindlichen Flüssigkeit durch die Poren der Haut in das Gefäß ausgetreten seyn, und es hätte sich demnach der Stand derselben in der Röhre nicht erhöhen, sondern im Gegentheil nur verringern können. Hiebei, sowie wenn man den Versuch in der Weise abändert, daß man in die zwei Gefäße verschiedene Lösungen oder dieselbe Lösung in verschiedenen Sättigungsgraden bringt, wird man stets die Regel bestätigt finden, daß zwischen zwei durch eine organische Haut getrennten Flüssigkeiten eine Wechselwirkung, bestehend in einer Strömung der weniger dichten (also specifisch leichteren) durch die Poren der Haut hindurch in die dichtere oder concentrirtere Flüssigkeit hinein stattfindet. Bei diesem Vorgang, den man eben Endosmose nennt, ist die zwischenliegende Membran nicht nur kein Hinderniß, sondern vielmehr ein Beförderungsmittel der den Austausch vermittelnden Bewegung.

Die Anwendung dieses Naturgesetzes der Endosmose auf die Einsaugung bei den Gewächsen zeigt sich am klarsten bei den Wurzeln der im Wasser vegetirenden Pflanzen. Man denke sich z. B. eine Hyacinthe, welche auf die bekannte Weise in einem mit reinem Wasser gefüllten kegelförmigen Glas gezogen wird; ihre Wurzelzasern und somit die mit schleimigem Saft erfüllten Zellen, welche die sogenannten Wurzelschwämmchen bilden, sind rings von Wasser umgeben, sie wären demnach der mit dichterm Inhalt erfüllten Röhre im obigen Versuche zu vergleichen, und es wird daher durch die organische Haut, die Zellwandung, hindurch und unterstützt von ihrer endosmotischen Kraft ein Einströmen des Wassers in jene Zellen und folglich an allen Punkten, wo sich gleiche Verhältnisse finden, eine Auffaugung desselben stattfinden; das aufgenommene Wasser aber wird durch den gleichen Prozeß von Zelle zu Zelle weiter ins Innere der Wurzel vordringen.

Bei den im Boden wurzelnden Pflanzen, welche bei weitem die Mehrzahl ausmachen, umgibt nun freilich das Wasser die Wurzelenden nicht in tropfbarflüssiger Gestalt, außer etwa während eines Regens oder beim Begießen, wo dann die Aufnahme in der eben angegebenen Weise erfolgen kann. Hier tritt nun aber zur Vermittlung des gleichen Erfolgs der oben erwähnte Umstand ein, daß der Humus, welcher den Hauptbestandtheil der fruchtbaren Dammerde ausmacht, in ausgezeichnetem Grade die Eigenschaft besitzt, Wasserdämpfe und Gasarten zu absorbiren, zu verdichten und längere Zeit festzuhalten. Daher bietet der humusreiche Boden, der sich aus diesem Grunde auch immer einigermaßen feucht anfühlt, den Wurzeln in den verdichteten Wasserdämpfen, welche mit absorbirten Gasarten, namentlich Kohlensäure,

geschwängert sind, stets Material zur Aufsaugung, ganz ebenso als wären sie von tropfbarflüssigem Wasser umgeben. Aus diesem Grunde ist das Vorhandenseyn von Humus in dem Boden, worin eine Pflanze wurzelt, auch ganz abgesehen von seinen chemischen Eigenschaften, wesentlich förderlich für das Gedeihen des Pflanzenwuchses *). Aus gleicher Ursache haben übrigens auch gewisse unorganische Bestandtheile des Bodens eine vortheilhafte Wirkung, wie namentlich die Thonerde, welche dem Boden, dem sie im gehörigen Verhältniß beigemischt ist, die Eigenschaft verleiht, die Feuchtigkeit einzusaugen, zu verdichten und geraume Zeit zurückzuhalten, woraus sich der Nutzen einer derartigen Mischung des Bodens erklärt, da doch die Thonerde bekanntlich nicht von der Pflanze aufgenommen wird. Man hat für diese, Wasser absorbirende Kraft verschiedener Bodenarten folgende annähernde Zahlenwerthe gefunden: Quarzsand = 6, Thon = 30—50, Gartenerde = 52, Humus (rein) = 120.

Das von den Wurzelspitzen eingesaugte Wasser nimmt auf seinem fernern Wege lösliche organische Bestandtheile auf, und ist daher von seinem Eintritt an als eine organische Flüssigkeit zu betrachten, als welcher man ihr den Namen des rohen Nahrungssafts beilegt. Dieser Wurzelsaft trifft nun (bei ästigen Wurzeln z. B. unserer Bäume und Sträucher) aus allen Abtheilungen und Verzweigungen der Wurzel zusammen, indem er von der neu aufgesaugten Flüssigkeit immer weiter emporgedrängt wird, und tritt so als ein mehr oder weniger rascher und continuirlicher Saftstrom in die Basis des Stengels ein; sein rasches Vorrücken wird dadurch begünstigt, daß er gleich von da an, wo er das zellige Wurzelschwämmchen verläßt, in die, gestreckte und fast ununterbrochene Röhren darstellenden Elementartheile der Gefäßbündel, welche das ganze Centrum der Wurzel und ihrer Zweige einnehmen, sich ergießt.

Der von der Wurzel in den Stengel eingetretene rohe Nahrungssaft steigt durch diesen auf und strömt durch seine Verzweigungen nach allen Theilen der Pflanze hin. Die Stärke aber dieses aufsteigenden Saftstroms hängt durchaus von der Einsaugung und deren Intensität ab; wenn diese wie bei unsern krautartigen Pflanzen und wahrscheinlich auch bei vielen Bäumen der wärmeren Climate gleichmäßig vor sich geht, so geschieht auch das Aufsteigen des Safts in ruhiger gleich-

---

*) Das Kohlenpulver, welches ebenfalls eine außerordentliche Fähigkeit besitzt, Dämpfe und Gase zu condensiren, äußert offenbar aus demselben Grund, wenn man es der Erde, z. B. in Blumentöpfen, beimischt, einen sehr günstigen Einfluß auf die Vegetation.

mäßiger Continuität; dagegen zeigen die Holzgewächse derjenigen Climate, deren Winterkälte die Vegetationserscheinungen auf einige Zeit fast gänzlich unterbricht, dann beim Beginn der wärmern Jahreszeit um so deutlicher den aufsteigenden Saftstrom. Das ist dann der sogenannte **Frühlingssaft**, der aus Wunden und abgeschnittenen Zweigen oft in sehr beträchtlicher Menge ausfließt, und den man bekanntlich von den Birken und dem Zuckerahorn zum Behuf der Verwendung seines Zuckergehalts abzapft, wobei man aber, soll der Baum nicht an Mangel des Nahrungssaftes zu Grunde gehen, die Bohrlöcher wieder schließen muß, weil sonst der nachkommende auch größtentheils aus diesen Oeffnungen ausströmt. Auch die „Thränen" des Weinstocks sind nichts Anderes als der aufsteigende Frühlingssaft, welcher aus den Schnittflächen der beim Beschneiden entfernten Zweige tropfenweise ausfließt. Manche unserer Bäume zeigen im Spätsommer ein nochmaliges, jedoch schwächeres Aufsteigen des Saftes, das man den „Augustsaft" nennt.

An solchen angebohrten oder abgeschnittenen Stengeln und Zweigen ist es auch möglich, die Größe und Kraft des Saftstromes zu messen, worüber zuerst der englische Geistliche **Steph. Hales** viele lehrreiche Versuche angestellt und in seinem Werke: **Vegetable Statics, London 1727**, bekannt gemacht hat. Befestigte er z. B. eine Glasröhre auf einen 7 Zoll über dem Boden abgeschnittenen Weinstock, so sah er den austretenden Saft in dieser 25—30 Fuß hoch sich erheben. Wenn man ferner auf einen solchen abgeschnittenen Stengel eine erst abwärts und dann wieder aufwärts gebogene Glasröhre befestigt und in ihre beiden Schenkel Quecksilber füllt, so läßt sich die Kraft, womit der Saft aus der Schnittfläche dringt, an der Hebung der Quecksilbersäule direct messen. Man hat so gefunden, daß diese Kraft einer Quecksilbersäule von 38 Zoll oder einer Wassersäule von 43 Fuß das Gleichgewicht hält, und daß sie somit fünfmal stärker ist als diejenige, womit sich das Blut in der großen Schenkelarterie eines Pferdes bewegt.

Ueber die Ursache dieser Intensität kann kein Zweifel seyn; sie beruht lediglich auf der stets fortwährenden Endosmose der Wurzelspitzen, in Folge deren die früher aufgenommenen Säfte durch die immer frisch nachdrängenden in Bewegung gesetzt und weitergetrieben werden. Die Capillarität allein, die man früher als Grund der Erscheinung hat annehmen wollen, reicht zu ihrer Erklärung bei Weitem nicht aus; denn angenommen auch, die Pflanzengefäße könnten sämmtlich als Haarröhrchen betrachtet werden, was gewiß nicht der Fall ist, so würde doch, ihre Gesammtwirkung im Stamme zusammengerechnet,

hiedurch der Saft höchstens bis auf 3 Fuß über die Erde gehoben werden können.

Was die Richtung des aufsteigenden Saftstroms und die Wege seines weitern Verlaufs betrifft, so folgt er in beidem offenbar dem Zug und der Vertheilung der Gefäßbündel, weil ihre gestreckten Elementarorgane, namentlich die Gefäße selbst, seinem Lauf am wenigsten Hindernisse in den Weg legen. So gelangt er vom Stengel oder Stamm in die Aeste, von da in die Zweige und weiter zu den Blattorganen, in denen er sich durch das Gefäßnetz der Nerven und Adern zu allen Theilen hin verbreitet. Wo dagegen die Gefäße mangeln, bei den Zellpflanzen nämlich, da findet sich auch kein Saftstrom in bestimmter Richtung; bei ihnen geschieht die Aufsaugung durch die ganze Oberfläche, von wo aus sich die Flüssigkeiten endosmotisch von Zelle zu Zelle durch die ganze Masse des Lagers hindurch verbreiten.

Betrachten wir den Querschnitt eines im Frühlingssaft stehenden Stamms oder holzigen Zweigs, so zeigt sich deutlich, daß in dem Holzkörper der aufsteigende Saft sich in den verschiedenen Regionen sehr verschieden verhält. Das reife Holz ist einen großen Theil des Jahres hindurch und, wenn der Stamm beträchtlich alt ist, in seinem innern Theil immer verhältnißmäßig trocken und saftlos; nur während des stärksten Strömens im Frühling zeigt sich der ganze Holzkörper von Säften durchdrungen; es sind dann namentlich die Gefäße, welche dem Aufsteigen am wenigsten Hindernisse bieten, vom Saft angefüllt, der auf einem Querschnitt aus ihren Oeffnungen hervortritt, wie man sich an einer thränenden Rebe leicht überzeugen kann. Am stärksten safthaltig sind jedoch stets die äußern Holzlagen oder der Splint; ebenso überhaupt die jüngern, weniger verholzten Theile, namentlich die jährigen Triebe. In diesen ist auch noch das Mark als umfangreiches safterfülltes Zellgewebe vorhanden, und steht durch weite Markstrahlen in Verbindung mit den zelligen Rindenschichten. Auch im ältern Stamme dienen die Markstrahlen vermöge der radialen Richtung ihrer Zellen zur Herstellung der Verbindung zwischen den äußern und innern Lagen des Holzkörpers und den Schichten der Rinde, und vermitteln so eine seitliche, horizontale Bewegung des Saftes, während die Gefäße und gestreckten Zellen ihn in der Längsrichtung leiten.

Wenn nun im weitern Verlauf der Entwickelung sich die Knospen entfalten und der Baum oder Strauch sich mit Blättern bedeckt, so ergibt sich durch deren Wirksamkeit, welche in einer Verdunstung wässeriger Theile und in Aushauchung und entsprechender Aufnahme von Gasen aus der Atmosphäre besteht, ein neues Agens, welches auf die Säftebewegung von großem Einfluß ist. Es werden nämlich durch

diese Verrichtung der Blattorgane, welche man mit Recht Athmung oder Respiration nennt, die Säfte in dem Parenchym sowohl der Blätter als auch der Rinde der jüngern Stengeltheile verdichtet und hiedurch nach den Gesetzen der Endosmose und zum Ersatz der entwichenen Feuchtigkeit die rohen Nahrungssäfte überallher nach diesen Theilen hingezogen, wo sie dann selbst vollends assimilirt und zur Umwandlung in die Substanz der Pflanzenorgane fähig gemacht werden. Diese Anziehung des Safts durch die Blätter kann man am deutlichsten an abgeschnittenen Zweigen beobachten, die man mit ihrem untern Ende in Wasser stellt, welches dann bekanntlich mit großer Schnelligkeit eingesogen wird und in alle Theile des Zweigs aufsteigt, was sich an der raschen Wiederbelebung aller Theile, wenn sie angewelkt waren, augenfällig zeigt; nur muß man dabei die Vorsicht gebrauchen, den Abschnitt recht scharf zu machen, damit die Oeffnungen der Gefäße sich nicht durch Quetschung oder sonst mechanisch verschließen. Wendet man hiebei gefärbte Flüssigkeit an, so sieht man, daß sie sich durch die Gefäße in alle Theile verbreitet, und daß also diese die eigentlichen Wege des aufsteigenden Saftstroms sind, während allerdings der Grund des Aufsteigens in dem Zellgewebe der parenchymatischen Theile zu suchen ist, worin dann auch der aufgestiegene Saft durch Endosmose sich allerwärts verbreitet; daß übrigens auch die Capillarität bei diesem Aufsteigen mitwirkt, sieht man daran, daß es theilweise auch an todten oder ihrer Blätter beraubten Stengeltheilen stattfindet. Das Hauptagens ist aber immer die Thätigkeit der Blätter, welche einerseits die Säfte zum Ersatz der durch Verdunstung verschwundenen wässerigen Theile mechanisch einziehen, andrerseits wegen der Verdichtung der im Parenchym der krautartigen Theile assimilirten oder verarbeiteten Säfte nach den Gesetzen der Endosmose den weniger dichten aufsteigenden Saft in sich aufnehmen.

Die Kraft, womit diese Anziehung des Safts durch die Blätter geschieht, mißt man, indem man an das untere Ende eines abgeschnittenen Zweigs eine Glasröhre, die mit Wasser gefüllt ist, befestigt, und sie unten durch Eintauchen in ein Gefäß mit Quecksilber absperrt; man findet dabei, daß z. B. ein Zweig eines Apfelbaums schon in einer Viertelstunde das Quecksilber 8—12 Zoll in der Röhre steigen macht, ein Rebzweig 4—5 Zoll während eines Tags, daß also jedenfalls den vegetirenden Blättern eine beträchtliche und vergleichungsweise rasch wirkende Anziehungskraft zukommt.

In den ältern Theilen des Stamms ist, wenn erst der Strom des Frühlingssaftes vorüber ist, in den Gefäßen nur noch Luft vorhanden, da nach jener Periode die jüngsten Schichten zur Aufnahme

des aufsteigenden Safts hinreichen, weil derselbe dann zum größten Theil ins Parenchym der noch krautartigen Theile aufgenommen wird. Hienach entscheidet sich die früher oft discutirte Streitfrage, ob die Pflanzengefäße Saft oder Luft führen, dahin, daß Beides der Fall ist, indem sie in den jüngern Theilen stets safthaltig, in den ältern dagegen luftführend sind. Zur Zeit der größten Saftfülle im Frühjahr jedoch ist auch das ältere Holz von Saft durchdrungen; daß aber den größten Theil des Jahrs hindurch seine Elementarorgane, namentlich die Gefäße, Luft enthalten, davon kann man sich leicht überzeugen, indem man einen abgeschnittenen Ast oder Zweig unter Wasser bringt, wo man aus den Oeffnungen der Gefäße die Luft in Gestalt kleiner Bläschen wird entweichen sehen.

Die bisher beschriebene Saftbewegung war stets eine progressive, in einer Richtung fortschreitende; nun aber hat man auch noch in manchen Pflanzen eine andere Art der Saftströmung beobachtet, die innerhalb der einzelnen Zellen vor sich geht und im Kreislauf in sich selbst zurückkehrt, daher man sie als die Rotation des Zellsafts bezeichnet. Am frühesten war man darauf aufmerksam geworden bei einer Art des Armleuchters (Chara flexilis), einer Alge, welche in unsern Sümpfen wächst und aus regelmäßig aneinandergereihten schlauchförmigen Zellen besteht, die oft fast einen Zoll Länge besitzen, daher schon bei schwacher Vergrößerung genau beobachtet werden können. Man erkennt hier das Vorhandenseyn einer Strömung des wasserhellen Saftes an den in ihm schwimmenden weniger durchsichtigen Schleimkügelchen, deren Bewegung einerseits an der Wandung abwärts geht, sich unten umbiegt und an der entgegengesetzten Seite aufsteigt, an dem obern Ende aber wieder in die des abwärtsgehenden Stromes einlenkt; in der Mitte, also auf der Grenze beider findet sich eine schmale unbewegte Schichte des Safts, welche wie eine schiefe Scheidewand beide Ströme trennt, und deren Lage man daran erkennt, daß, während die ganze übrige Wandung der Schlauchzelle mit reihenweise gelagerten Chlorophyllkörnern dicht bedeckt ist, diese Bekleidung und folglich die grüne Färbung da fehlt, wo jene unbewegte Zwischenschicht rings an die Seitenwände der Zelle sich anlegt.

Auch in den andern Chara-Arten, deren Bau zusammengesetzter ist als der der obengenannten, hat man in allen Zellen diese Saftströmung wiedergefunden; nur ist dort ihr Erkennen durch die Kalkinkrustation, welche diese Pflanzen charakterisirt, beträchtlich erschwert. Unter ähnlichen Verhältnissen findet sich ferner in den schlauchförmigen Zellen der Wurzelhaare mancher phanerogamischen Wasserpflanzen eine solche Kreisbewegung oder Rotation des Zellsafts vor.

Aber auch an Pflanzentheilen, die in der Luft vegetiren, hat man eine ähnliche Kreisströmung des Zellsafts mehrfach beobachtet, so z. B. an den zierlich gegliederten Haaren, welche die Staubfäden der Gartentradescantie bedecken. Hier erkennt man in jeder der diese Haare zusammensetzenden Zellen ein System von Strömchen, welche aus schleimig-körniger Masse gebildet sind und meist von einem Cytoblast oder Zellkern aus- und wieder zu ihm zurücklaufen; sie kehren daher, nachdem sie ihren Weg, auf dem sie sich meist mehrfach untereinander verzweigen, zurückgelegt haben, in sich selbst zurück. Aehnliche Rotationsbewegungen des Zellsafts zeigen sich auch in andern Haaren, und selbst in manchen Fällen in den Zellen des Parenchyms; sie scheinen überhaupt sehr weit verbreitet zu seyn und es läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie allen in lebhafter Vegetation begriffenen Pflanzentheilen zukommen. Der Grund dieser Erscheinung, soweit wir einen solchen anzugeben im Stande sind, dürfte in der Störung des Gleichgewichts zu suchen seyn, welche durch die Ernährung und in Folge der mit derselben verknüpften chemischen Vorgänge in dem Zellsaft eintritt, welche bei der Abgeschlossenheit des Zellraums eben in solchen Kreisströmungen des Safts sich kundgeben muß. Auch hiernach erscheint es sehr wahrscheinlich, daß die Rotation des Zellsafts ein sehr allgemeines, mit allen lebhafteren Wachsthumsvorgängen verbundenes, aber in vielen Fällen wegen äußerer Umstände schwer direct nachzuweisendes Phänomen sey.

Ob auch in den vollkommen assimilirten Säften, wie sie sich in den eigenen und namentlich den Milchsaftgefäßen finden, eine Bewegung zuzuschreiben sey, diese Frage ist vielfach besprochen und sehr verschieden beantwortet worden. Namentlich aber hat C. H. Schultz in den Milchsäften eine Art regelmäßiger Cirkulation angenommen, welche er „Cyclose" genannt und mit dem Kreislauf des Bluts bei den Thieren (dessen Analogon bei den Pflanzen eben der Milchsaft seyn soll, was aber ganz unrichtig ist) verglichen hat. Allerdings sieht man unter dem Mikroscop an einem Blattabschnitt des Schöllkrauts (Chelidonium majus), welches sich bekanntlich durch einen sehr reichlichen Gehalt an orangegelbem Milchsaft auszeichnet, in den netzförmig verzweigten Kanälchen (erweiterten Intercellulargängen), welche dieser Saft im Parenchym einnimmt, unter günstigen Umständen nicht selten eine strömende Bewegung. Diese zeigt sich aber durchaus abhängig vom Druck und der Verletzung der Theile, wie sie Behufs der Beobachtung angebracht werden müssen, und ist daher in der lebenden, unverletzten Pflanze wahrscheinlich gar nicht vorhanden. Die zitternde Bewegung aber, welche man bei sehr starker Vergröße-

rung an den Oeltröpfchen und Schleimpartikelchen der eigenen und der Milchsäfte bemerkt, und welche nach ihrem Entdecker R. Brown benannt oder besser als Molecularbewegung bezeichnet wird, ist offenbar rein physikalischer Natur, denn sie zeigt sich an allen, auch unorganischen Körpern, die in sehr fein zertheiltem Zustand in irgend einer Flüssigkeit suspendirt sind.

Hiernach ist offenbar kein Grund vorhanden, in den Milchsaftgefäßen, die ohnedem bei einer großen Anzahl von Pflanzen gänzlich fehlen, eine der Blutcirkulation der Thiere analoge „Cyclose" anzunehmen. Ueberhaupt aber ergibt sich aus dem Rückblick auf das über die Säftebewegung in den Pflanzen Gesagte, daß eine große Verschiedenheit in dieser Hinsicht zwischen Pflanze und Thier herrscht. Bei diesem zeigt sich eine eigentliche Circulation, d. h. eine in dem abgeschlossenen Gefäßsystem in sich selbst zurückkehrende Strömung der nährenden Flüssigkeit (des Bluts). Bei der Pflanze dagegen ist der Vorgang weit einfacher, dabei auch auf kein besonderes Organsystem beschränkt, sondern durch den ganzen Pflanzenkörper und alle seine Elementarorgane verbreitet. Die von den Wurzelenden aufgenommene wässerige Feuchtigkeit steigt durch die Wurzel und die Stengelorgane auf und verbreitet sich von diesen aus in das Gewebe aller Theile; hiebei bilden zwar die Gefäße nach ihrer Lage und Gestaltung für die rasche Fortbewegung die Hauptbahnen für die Saftströmung, jedoch wie oben nachgewiesen wurde, oft nur theilweise und für eine beschränkte Zeit, auch fehlen sie ja den sogenannten Zellpflanzen gänzlich. So gelangt der Nahrungssaft in das Zellgewebe aller Theile, worin er sich vermöge der endosmotischen Durchdringlichkeit der Zellmembran allseitig vertheilt, um dann vollständig assimilirt und zur Ernährung der Organe verwendet zu werden, was meist in Begleitung deutlicher Rotationsströmungen geschieht. Hier aber in den peripherischen Theilen erreicht die Bewegung und Strömung der Pflanzensäfte ihr Ziel; ein Zurückströmen des Safts in der Rinde, wie man es lange Zeit angenommen hat, findet nicht statt (die Erscheinungen, welche zu dieser Annahme Veranlassung geben, werden im §. 5. ihre Erwähnung und Erklärung finden); die Säftebewegung in den Pflanzen ist sonach eine fortschreitende, aber keine in sich selbst zurückkehrende, daher sie auch nicht, wie die Blutströmung der Thiere, als Circulation bezeichnet werden kann.

§. 4. Pflanzenchemie.

Der Pflanzenkörper erscheint, wenn wir ihn vom chemischen Gesichtspunkt aus betrachten, als eine Vereinigung einer gewissen Anzahl

von Stoffen, welche unter sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung, sowie nach ihrer äußeren Erscheinung und ihren Eigenschaften verschieden sind. Wir werden im Folgenden zunächst die hauptsächlichsten dieser Pflanzensubstanzen unter Angabe ihres Vorkommens und ihrer charakteristischen Merkmale aufzählen; namentlich sollen dabei die allgemeiner im Pflanzenreich verbreiteten berücksichtigt, die von beschränktem Vorkommen dagegen nur beiläufig und insofern sie besonders denkwürdige Eigenschaften besitzen, erwähnt werden; hierauf folgt dann eine Betrachtung der chemischen Vorgänge in der lebenden Pflanze, welche eben diese Pflanzenbestandtheile durch die Lebensthätigkeit aus ihren Elementen, die sich in der Pflanzennahrung darbieten, erzeugt und gegenseitig ineinander umwandelt, wobei gewisse nicht assimilirbare Stoffe ausgeschieden werden, was wir zusammen als den Chemismus der Pflanzenernährung bezeichnen können.

Die Pflanzenbestandtheile zerfallen zunächst, wie schon oben bemerkt wurde, in organische und unorganische, deren erstere bei weitem die wichtigern sind, indem sie 90 bis 99 Procent der Pflanzensubstanz ausmachen und die Grundlage und das Material sämmtlicher Elementarorgane liefern. Chemisch sind diese organischen Pflanzenbestandtheile dadurch charakterisirt, daß sie aus ternären und quaternären, seltener binären Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen, in denen der Kohlenstoff stets zu mehr als einem Atom enthalten ist. Diese organischen Verbindungen zeichnen sich ferner durch ihre leichte Zersetzbarkeit aus, woraus auch die in der lebenden Pflanze so häufige Umwandlung der einen in die andere, die wir aber künstlich nur schwierig zu Stande zu bringen vermögen, sich erklärt.

Dazu kommt noch, daß nicht wenige derselben unter sich isomer sind, d. h. bei verschiedenen äußern Eigenschaften doch in ihrer chemischen Zusammensetzung ganz gleich sind, wie wir das gleich bei der ersten Reihe der aufgezählten Stoffe: Zellstoff, Stärke, Zucker u. s. w. finden, welche trotz ihrer charakteristisch verschiedenen Erscheinung und Verhalten doch in der Anzahl der Atome ihrer Elemente vollkommen mit einander übereinstimmen, so daß wir jene Verschiedenheit der Charaktere nur etwa einer Verschiedenheit in der Anordnung oder Gruppirung der Atome zuschreiben können.

Wir betrachten zuerst die stickstofffreien organischen Pflanzenstoffe, welche also nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Sie zerfallen in folgende drei Abtheilungen: 1) Indifferente, in deren Zusammensetzung Wasserstoff und Sauerstoff genau in dem Verhältniß vorhanden sind, um Wasser zu

bilden, nämlich H^2O und die demnach eigentlich nur aus Kohlenstoff und Wasser bestehen; sie sind für die Bildung des Pflanzenkörpers und das Pflanzenleben von überwiegender Bedeutung. 2) Pflanzensäuren, bei denen der Sauerstoff im Ueberschuß, nämlich in größerer Menge vorhanden ist, als nöthig wäre, um mit dem vorhandenen Wasserstoff Wasser zu bilden; endlich 3) kohlenwasserstoffige Pflanzenbestandtheile, in welchen eben die genannten beiden Elemente vorwiegen und dagegen der Sauerstoff ganz zurücktritt, auch gänzlich fehlen kann. Es sind dieß die Pflanzenfette, Oele und Harze, welche eben wegen dieser ihrer chemischen Zusammensetzung vorzugsweise brennbar sind.

Die stickstofffreien indifferenten Pflanzenstoffe, wohin eine Reihe der wichtigsten vegetabilischen Bestandtheile — vom Zellstoff bis zum Zucker in der folgenden Aufzählung — gehören, sind sämmtlich isomer, d. h. sie enthalten alle die gleiche Anzahl von Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sie werden in der lebenden Pflanze vielfach einer in den andern umgewandelt und lassen sich auch künstlich durch Behandlung mit Schwefelsäure ineinander überführen. Für alle gilt die gleiche Formel $C^{12}H^{20}O^{10}$. Wir wollen sie nun im Einzelnen nach ihrem Vorkommen, ihren Eigenschaften und ihrem Verhalten gegen verschiedene Reagentien betrachten.

Der **Zellstoff** (Holzfaser*), die Cellulose und das Lignin der französischen Schriftsteller) bildet mit wenigen Ausnahmen die Wandung aller Elementarorgane der Zellen, wie der Gefäße; somit besteht die feste Grundlage aller krautartigen Pflanzentheile, die Pflanzenfaser, z. B. Flachs und Baumwolle, wie die Holzmasse aus Zellstoff, der aber oft nur schwer sich von anhängenden und zwischengelagerten fremdartigen Substanzen befreien und rein darstellen läßt. Gelingt dieses, so erscheint er wasserhell und durchsichtig, zähe, aber elastisch und biegsam und für Flüssigkeit leicht durchdringlich, auf welcher letzterer Eigenschaft die oben besprochenen Erscheinungen der Endosmose und Exosmose beruhen. Der Zellstoff widersteht mit großer Kraft allen Lösungsmitteln und ebenso auch der Umwandlung und Zersetzung auf natürlichem Wege mehr als die meisten andern Pflanzenbestandtheile, daher die große Dauerhaftigkeit des reifen Holzes, welches nach Verschwinden des flüssigen Zelleninhalts fast nur noch aus den verdickten Wänden der Elementarorgane, also aus Zellstoff besteht. Mit Schwefelsäure behandelt, geht die Cellulose in Stärke über, wenigstens zeigt sie dann, ohne übrigens ihre ursprüngliche

*) Dieser Ausdruck ist hier natürlich im chemischen Sinne zu nehmen.

Gestalt zu ändern, die für die letztere charakteristische Eigenschaft, durch Jod blaugefärbt zu werden.

Die Stärke (Amylum) ist in der Regel als Stärkemehl in kleinen Körnchen abgesondert, die sich, unter dem Mikroscop betrachtet, häufig aus concentrischen Schichten zusammengesetzt zeigen, wie das die obige Abbildung einiger Stärkemehlkörner aus der Kartoffel (s. S. 138. Fig. 250.) deutlich zeigt. Man kann nach der Gestalt, welche die einzelnen Körnchen unter dem Mikroscop zeigen, die nach ihrer Abstammung verschiedenen Stärkemehlarten, deren manche unter besonderen Namen im Handel gehen, sicher unterscheiden; so hat z. B. das Stärkemehl aus den Getreidearten ganz kleine, nicht sichtbar geschichtete Körnchen; das sogenannte ostindische **Arrow-root** (Stärkemehl aus der knolligen Wurzel einer Scitaminee) scheibenförmig flache u. s. f. Der Sago ist nichts Anderes als Stärkemehl, das durch Ausfneten und Abschlämmen aus dem zelligen Mark gewisser Palmen und palmenähnlicher Pflanzen in Ostindien gewonnen und durch Hitze gekörnt wird; er kann bekanntlich mit Kartoffelstärke, welche bei ähnlicher Behandlung ein im Wesentlichen gleiches Produkt liefert, nachgemacht werden.

Die Kartoffeln enthalten in 240 Pfund Knollen 32—40 Pfund Stärke, also 13—16 Procent, welcher Gehalt, wenn sie den Winter über im Boden bleiben, beständig zunimmt. Zur Gewinnung der Kartoffelstärke werden die Zellen der Fleischmasse des Knollens mechanisch zerrissen und dann wiederholt mit Wasser ausgewaschen, worauf sich aus diesem bei eintretender Ruhe das Stärkemehl in dicken Schichten zu Boden setzt. Die feinkörnige Stärke ist nämlich in kaltem Wasser gänzlich unlöslich, zertheilt sich daher nur mechanisch darin, und sinkt wegen ihrer größern specifischen Schwere allmählig zu Boden. Mit kochendem Wasser behandelt, quillt die Stärke auf, verliert ihre Structur und bildet die unter dem Namen Kleister bekannte formlose, gallertartige Masse.

Ein ganz charakteristisches Kennzeichen der Stärke, welche ihr Auffinden und Erkennen unter allen Umständen sehr leicht macht, ist, daß sie mit Jod behandelt (man bedient sich hiezu gewöhnlich der Jodtinctur) rasch eine schön blauviolette Färbung annimmt; diese Farbe gehört der hiebei gebildeten Jodstärke an. Von sonstigen Reactionen des Stärkemehls wäre noch zu erwähnen, daß sie durch Schwefelsäure in diejenige Modification des Zuckers, welche wir Traubenzucker nennen (s. unten), übergeführt wird, eine Umwandlung, welche man technisch im Großen zum Behuf der Branntweingewinnung ausführt.

Eine zweite, aber nur selten vorkommende Modification der Stärke ist das Amyloïd; es zeigt die charakteristische Reaction der Stärke mit Jod, indem es sich prachtvoll blau färbt; es ist aber nicht in körniger Form abgelagert, sondern es bildet als eine homogene Masse die Zellwandung gewisser Pflanzentheile, z. B. des Thallus des sogenannten isländischen Mooses (einer Flechte: **Cetraria islandica**), daher es auch Moos- oder richtiger Flechtenstärke genannt worden ist. Durch Behandlung mit Schwefelsäure geht der Zellstoff in eine Substanz über, welche sich mit Jod bläut und nach diesem und ihrem sonstigen Verhalten die größte Uebereinstimmung mit dem Amyloïd zeigt.

Das **Inulin** ist ein dem Amylum naheverwandter Stoff, welcher in den Zellen gewisser fleischigen Pflanzentheile, besonders von Gewächsen aus der Familie der Compositen, z. B. in den Knollen der Erdäpfel oder **Tobinambu** und der Georginen, aber auch in der Zwiebel der Herbstzeitlose (**Colchicum**) sich findet. Es ist in kleinen wasserhellen Körnchen, an denen man keine concentrische Schichtung bemerkt, abgesondert, und verhält sich in Allem wie Stärkemehl mit der Ausnahme, daß es durch Jod nicht blau, sondern nur gelblich gefärbt wird.

Die **Pflanzengallerte** ist in ihrer Erscheinung und in ihrem Verhalten dem Amyloïd ähnlich, jedoch wird sie ebenfalls wie das Inulin von Jod nicht gebläut; trocken erscheint sie hornartig, im Wasser dagegen quillt sie zu einer durchsichtigen zitternden Gallertmasse auf. Sie hat je nach ihrem Vorkommen sehr verschiedene Namen erhalten; Gelin und Carraghin wurde sie bei den Tangen oder Meeresalgen genannt, deren Zellenwände und somit das ganze Lager aus diesem Stoffe besteht; als Schleim bildet sie die äußere im Wasser bekanntlich außerordentlich aufquellende Umhüllung der Quittenkerne, sowie den Hauptgehalt des Eibischs (**Althaea**) und anderer Malvaceen. Als Bassorin bezeichnen wir das hieher gehörige Ausschwitzungsprodukt gewisser Pflanzen, z. B. des Traganthstrauchs (**Astragalus sp.**). Auch das Pectin schließt sich hier an, auf welchem die Eigenschaft des ausgepreßten Safts vieler fleischigen Früchte beruht, als eine zitternde Gallerte (**Gelée**) zu gestehen; es bildet, da es als flüssiger oder halbflüssiger Zellinhalt aufzutreten scheint, den Uebergang zu dem folgenden Stoff, nämlich dem:

Gummi (Arabin). Dieses ist, wie das bekannte Beispiel des sogenannten arabischen Gummi zeigt, welches ein Ausschwitzungsprodukt verschiedener **Acacia-** und **Mimosa**-Arten ist, im Wasser leicht löslich, im ausgetrockneten Zustand glasartig spröde. Es findet

sich bei allen Pflanzen gelöst als regelmäßiger Mischungsbestandtheil des Zellsafts. Das Dextrin, welches ebenfalls sehr allgemein im Pflanzenreich verbreitet ist, unterscheidet sich nur dadurch vom Gummi, daß es die Fähigkeit besitzt, in der lebenden Pflanze unter gewissen Umständen, nämlich bei Anwesenheit gewisser stickstoffhaltiger Substanzen, und künstlich durch Behandlung mit Schwefelsäure, in Traubenzucker übergeführt zu werden, so wie es andrerseits durch die gleichen Agentien aus Zellstoff und aus Stärkemehl gebildet und dargestellt wird.

Der **Zucker** endlich ist der letzte Körper dieser Reihe und besteht gleich allen bereits angeführten nach seiner chemischen Zusammensetzung aus $C^{12}H^{20}O^{10}$; er ist in hohem Grade löslich in Wasser und leicht kenntlich an seinem süßen Geschmack; durch die Gährung zerfällt er in Kohlensäure und Alkohol, worauf bekanntlich die Bereitung unserer geistigen Getränke beruht. Der Zucker ist ebenfalls sehr verbreitet in der Pflanzenwelt, und zwar in doppelter Form, nämlich als Rohrzucker und als Traubenzucker (Glycose), welches letztere eine weniger vollständig lösliche und weniger süß schmeckende, auch nur unvollkommen crystallisirende Modification ist. Der Zucker kommt nicht nur in den saftigen Halmen mancher Gräser (des Zuckerrohrs, des Mais u. s. w.), sondern auch in den fleischigen Wurzeln der Runkelrübe und der Möhre und im Frühlingssaft des Zuckerahorns (Acer saccharinum) in solcher Menge vor, daß er daraus technisch dargestellt werden kann. Der Traubenzucker findet sich vorzüglich in den süßen Früchten, sowie in dem aus dem Nectarsaft der Blüthen bereiteten Honig; er erscheint häufig, wie oben schon gesagt, als natürliches oder künstliches Umwandlungsprodukt des Dextrins und mittelbar des Gummi's oder Stärkemehls. Auch der Zuckergehalt mancher Tange und Pilze ist hier anzuführen.

Die **Pflanzensäuren** bilden die zweite Gruppe der stickstofffreien organischen Pflanzenbestandtheile; sie enthalten sämmtlich überschüssigen Sauerstoff, nämlich mehr als zur Bildung von Wasser mit dem vorhandenen Wasserstoff erforderlich wäre. Es bestehen, um nur die häufiger vorkommenden anzuführen:

die Weinsäure aus $C^4H^4O^5$
die Apfelsäure } aus $C^4H^4O^4$
die Citronensäure }
die Oxalsäure aus C^2O^3;

letztere enthält also gar keinen Wasserstoff; sie hat ihren Namen von dem Sauerklee (Oxalis Acetosella), aus dem sie im Großen dargestellt wird, ist aber auch durch das ganze Pflanzenreich sehr verbreitet

und findet sich als oxalsaurer Kalk in nadelförmigen Crystallen abgesondert fast überall im saftigen Zellgewebe vor. Die Pflanzensäuren überhaupt kommen meistens mit Basen (unorganischen oder organischen) zu Salzen verbunden in der Pflanze vor; frei erscheinen namentlich die ersten drei der oben genannten in den säuerlichen Früchten und Pflanzensäften.

Auch der Gerbestoff (auch Tannin oder Gerbsäure genannt) gehört hieher, wie schon die Formel seiner chemischen Zusammensetzung $C^4H^5O^3$ ergibt; er kommt in manchen Blättern, z. B. in denen des Thee's und des Kaffeebaums, im Holz, in der Rindenborke, namentlich der Eiche, und ganz besonders vorwiegend in den Galläpfeln und ähnlichen durch Insekten veranlaßten Auswüchsen vor; die Anwendung solcher tanninhaltiger Substanzen zum Gerben des Leders und zu andern technischen Zwecken, sowie ihr Gebrauch als adstringirende Arzneimittel ist bekannt.

Endlich die dritte Gruppe der stickstofffreien organischen Pflanzenbestandtheile, welche die fetten und flüchtigen Oele und die wachs- und harzartigen Stoffe begreift, ist in ihrer Zusammensetzung durch das Vorwiegen des Kohlen- und namentlich des Wasserstoffs charakterisirt, während der Sauerstoff nur in einer ganz geringen Atomenzahl in die Verbindung eingeht oder selbst ganz fehlen kann; darauf beruht denn auch die ausgezeichnete Brennbarkeit aller hieher gehörigen Substanzen.

Die **Fette** und **fetten Oele** sind sehr verbreitet im Pflanzenreich; wir gewinnen sie aus den Früchten und Samen der verschiedenartigsten Pflanzen: so das Rüb- und Repsöl aus den **Brassica**-Arten, das Lein-, Hanf-, Mohnöl u. a. m. durch Auspressen der Samen der genannten Pflanzen, das Baumöl aus dem Fruchtfleisch von **Olea europaea** u. s. w. Auch feste Fette, wenigstens von butterartiger Consistenz, kommen im Pflanzenreich vor, so z. B. in den Cacaobohnen und den Lorbeersamen, und in den Tropenländern gibt es verschiedene „Butterbäume," deren Produkt ganz zu gleichem Gebrauch dient, wie bei uns die thierische Butter. Alle Fette sind bekanntlich im Wasser unlöslich; mit Alkalien aber bilden sie die als „Seife" bekannte lösliche Verbindung; von Pflanzenfetten bedient man sich zur Seifenbereitung vorzugsweise des aus dem tropischen Afrika stammenden, durch Zerstoßen der Früchte bereiteten Palmöls.

Das Wachs steht den Fetten sehr nah, unterscheidet sich jedoch durch seine Sprödigkeit und seine Unlöslichkeit in Alkohol; übrigens besteht es, wie auch die Fette und fetten Oele, aus einer Mischung mehrerer sich nahestehender Stoffe; der im Wachs vorwiegende heißt

Cerin und seine Formel ist $C^{10}H^{10}O$. Das Wachs kommt im Pflanzenreich theils im Zellsaft ausgeschieden (s. unten beim Chlorophyll), theils als Absonderungsprodukt vor; in größeren Massen erzeugt es sich nur bei gewissen ausländischen Pflanzen, z. B. auf den amerikanischen Wachsbeeren (**Myrica**), wovon es zur Bereitung von Lichtern gesammelt wird. Bei einheimischen Pflanzen dagegen erscheint es nur als ein zarter bläulicher Anflug; so bildet es den sogenannten Duft der Pflaumen, Weinbeeren und anderer Früchte.

Die **ätherischen** (oder flüchtigen) **Oele** erscheinen ebenfalls als Absonderungsprodukte, meist in besonderen Zellen oder Zellgruppen (Oeldrüsen) ausgeschieden; sie sind die Ursache des Geruchs der Pflanzen und finden sich daher in allen aromatischen Pflanzen, namentlich in den Familien der Lippenblüthigen, der Doldenpflanzen, der Myrten- und Lorbeerartigen u. a. m. in einer großen Mannichfaltigkeit des Vorkommens und Verhaltens vor. Sie sind entweder sauerstoffhaltig, wie z. B. das Pfeffermünzöl, oder wie das Terpentin-, Wachholder- und Citronenöl bloß Verbindungen von Wasser- und Kohlenstoff; übrigens bestehen sie meist noch aus einer Mengung mehrerer flüchtiger Körper — auch mit Harzen vermischt kommen sie häufig in den Pflanzen vor —, von denen man die bei gewöhnlicher Temperatur festen als Stearoptene bezeichnet. Ein solches Stearopten ist unter andern auch der Campher ($C^{10}H^{16}O$), der als ein Absonderungsprodukt verschiedener tropischer Bäume durch den Handel zu uns kommt.

Die **Harze** endlich erscheinen für sich im reinen Zustand durchsichtig, meist wasserhell oder gelblich, spröde, leicht schmelzbar, im Wasser aber vollkommen unlöslich; in der Pflanze kommen sie als Absonderungsprodukte meist vermischt mit ätherischem Oel, Wachs, Gummi oder als Gemenge aus mehreren Harzarten vor. Auch die Harze sind im Pflanzenreich sehr verbreitet und finden sich in Pflanzen aus den verschiedensten Familien; von einheimischen sind besonders die Nadelhölzer durch starken Harzgehalt in allen Theilen ausgezeichnet. Gelegentlich sey hier erwähnt, daß der Bernstein, theils nach seiner chemischen Beschaffenheit, theils nach seinem Vorkommen — seine ursprüngliche Lagerstätte ist nämlich stets in der Braunkohle, welche aus wenig veränderten fossilen Nadelhölzern besteht — offenbar nichts Anderes ist als ein fossiles Harz, das, wie der Umstand zeigt, daß häufig Insekten, Blätter und dgl. im Innern eingeschlossen sind, gleich unserm Fichtenharz in flüssiger Gestalt aus den überfüllten Harzgängen austrat, und dann nach Verflüchtigung seines

Antheils an ätherischem Oel und Umwandlung mancher Bestandtheile an der Luft erhärtete.

Noch sind als den Harzen naheverwandt zu nennen: das Viscin, der klebrige Stoff, der in den Beeren der Mistel (**Viscum album**) und in der innern Rinde der Stechpalme (**Ilex aquifolium**) vorkommt, worauf sich die Bereitung des Vogelleims aus diesen Pflanzentheilen gründet, und dann das Federharz oder **Kautschuk**, die bekannte elastische Substanz, welche so mannichfache technische Anwendung findet; diese besteht aus dem beim Feuer eingetrockneten Milchsaft verschiedener exotischer Bäume, namentlich aus der Familie der **Euphorbiaceen** und **Urticeen**, doch scheint er in geringerer Quantität in allen Milchsäften vorzukommen. Auch der in neuerer Zeit unter dem Namen **Gutta Percha** bekannt gewordene Stoff schließt sich hier an; es ist ebenfalls der eingetrocknete Milchsaft eines exotischen Baums, dessen botanische Charaktere jedoch bis jetzt noch nicht hinlänglich bekannt sind.

Wir gehen nun über zur Betrachtung der wichtigern stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile.

Zuerst ist hier eine Gruppe von Stoffen anzuführen, welche neuerlich unter der Benennung des Pflanzenschleims (nach Schleiden) oder der Proteïnkörper (nach Mulder) zusammengefaßt werden; es sind 1) das Legumin, welches in den mehligen Samen der Hülsenfrüchte, also der Erbsen, Bohnen u. s. w., 2) der Kleber, welcher in den Körnern unserer Getreidearten, auch des Buchweizens (**Polygonum Fagopyrum**), und 3) das Albumin, welches in fast allen Pflanzensäften sich findet. Alle diese Körper erscheinen als ein mehr oder weniger flüssiger, manchmal körniger, im Zellsaft suspendirter Schleim, welcher namentlich stets den sogenannten Cytoblasten oder Zellkern (s. oben S. 135, Fig. 244. und 245.) bildet, und bei der Behandlung mit Jod, was als charakteristisches Kennzeichen gelten kann, eine dunkelgelbe oder gelbbraune Färbung annimmt; sie scheinen nur Modificationen ein und desselben Stoffs zu seyn, den Mulder Proteïn nennt, und welcher nach ihm aus den vier organischen Elementen (nach der Formel $C^{40}H^{62}O^{12}N^{10}$) besteht, nebst geringen Mengen von Schwefel und Phosphor, auf deren verhältnißmäßiger Atomenzahl eben die Verschiedenheit der obengenannten Proteïnkörper beruhen soll. Uebrigens entsprechen dieselben in ihrer Zusammensetzung genau den thierischen Proteïnsubstanzen, welche wir Käse-, Faser- und Eiweißstoff nennen, und spielen daher, wie namentlich Liebig gezeigt hat, bei der Ernährung der Thiere von vegetabilischen Substanzen, so weit dieselbe auf Blutbildung,

zu welcher natürlich nur stickstoffhaltige Substanzen unmittelbar verwendet werden können, beruht, eine sehr wichtige Rolle. Wirklich steht die Nahrhaftigkeit unserer Pflanzenspeisen, sofern man hierunter ihren directen Einfluß auf die Blutbereitung versteht, genau in demselben gegenseitigen Verhältniß, wie ihr Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandtheilen, von denen z. B. die folgenden bekannteren Nahrungspflanzen folgende Quantitäten durchschnittlich in ihrer Zusammensetzung enthalten:

der Weizen	20—24	Procent
die Gerste	6	"
der Reis	3½	"
die Kartoffeln . . .	7—8	"
die Erbsen	14	"
die Bohnen	22	"
die Linsen	36	"

Eine ganz charakteristische Eigenthümlichkeit der stickstoffhaltigen Substanzen ist ihre große Neigung zur Zersetzung, welche sich in dem lebenden Organismus als Umwandlung eines Proteïnkörpers in einen andern, außer dem Bereich der Lebenskraft aber als Gährung und Fäulniß zeigt. An diesen Umwandlungs- und Zersetzungsprozessen nehmen allerdings auch die stickstofffreien Substanzen Antheil, wie denn namentlich die Gährung in einer Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure besteht; eingeleitet und veranlaßt werden sie aber stets durch einen der stickstoffhaltigen Bestandtheile, welchen hiebei die merkwürdige, von Berzelius als „katalytische Kraft," von Andern als „Contactwirkung" bezeichnete Fähigkeit zukommt, denselben Act der Zersetzung, der in ihnen selbst vorgeht, auch in andern Substanzen hervorzurufen. Dabei reicht sehr wenig einer solchen in der Umsetzung ihrer Bestandtheile begriffenen stickstoffhaltigen Materie hin, um in großen Quantitäten organischer Materien dieselben Vorgänge hervorzurufen und einzuleiten, wie sich das beim Gährungsprozeß zeigt, welcher durch eine verhältnißmäßig äußerst geringe Menge von Hefe — die hiebei eben ihre Contactwirkung zeigt, — hervorgerufen werden kann. Daß auch die Umwandlung von Stärke und Zellstoff in Dextrin und Zucker, der Uebergang des Pflanzenschleims in Gummi und die andern Umsetzungen der nähern Pflanzenbestandtheile ineinander, welche in der lebenden Pflanze vorkommen und welche eine so bedeutende Rolle in der Pflanzenernährung spielen, durchgängig ihren ersten Anstoß von den in steter Umwandlung begriffenen stickstoffhaltigen Materien erhalten, welche daher auch in dem in Vegetation begriffenen Zellgewebe, also in der Substanz der im Wachsthum stehen-

den Pflanzentheile nie fehlen, werden wir im weitern Verlauf dieses Kapitels bei der Betrachtung der mit den Assimilationserscheinungen verbundenen chemischen Vorgänge und des Keimungsprozesses, noch ausführlicher und genauer zu besprechen haben.

Das **Chlorophyll** oder Blattgrün ist die Ursache der grünen Farbe aller krautartigen Pflanzentheile; es findet sich in den Zellen derselben in Gestalt kleiner meist länglichrunder Körnchen abgesondert, die unter dem Mikroscop einzeln hell gelbgrün erscheinen, aber durch ihre ungeheure Zusammenhäufung im Parenchym jener Theile deren gesättigte Färbung hervorrufen. Diese Körnchen aber bestehen nicht aus reinem Chlorophyll, sondern ihre Grundlage wird von Wachs (also einer stickstofffreien Substanz) gebildet, welchem dann der eigentliche grüne Farbstoff, dessen Zusammensetzung die Formel: $C^{15}H^{18}O^{8}N^{2}$ ausdrückt, beigemengt ist. Das Chlorophyll ist sehr allgemein verbreitet und fehlt nur gewissen Schmarotzerpflanzen unter den höheren, und unter den Lagerpflanzen den Pilzen.

Sehr nahe verwandt mit dem reinen Blattgrün ist der Grundstoff des Indigo, welcher sich in den krautartigen Theilen der **Indigofera**-Arten, dann des Waids (**Isatis tinctoria**), des **Polygonum tinctorium** und anderer Blaufarbpflanzen findet; hier ist er jedoch in farblosem Zustande abgelagert und nimmt erst durch Oxydation an der Luft sein charakteristisches dunkelblaues Colorit an.

Auch alle übrigen Farbstoffe *) der Pflanzen, welchen namentlich die bunte Blumenwelt ihre Mannichfaltigkeit verdankt, schließen sich hier an und sind wahrscheinlich nur Modificationen des Chlorophylls, was um so eher anzunehmen ist, als wir dieses selbst unter sonst gleichen Verhältnissen in einer rothen Modification (in den Blättern der sogenannten Blutbuche und der rothen Rübe) kennen, und bei der herbstlichen Farbänderung der Blätter seinen Uebergang in einen rothen oder gelben Farbstoff direct beobachten. Dabei ist zu bemerken, daß alle gelben und gelbrothen Blüthenfarben ebenfalls körnig abgesondert erscheinen, was auf eine ganz nahe Verwandtschaft mit dem eigentlichen Chlorophyll, so wie auf eine Mengung des Farbstoffs mit Wachs wie bei jenem hindeutet; man hat diese Modification der

*) Die weiße und schwarze Färbung an Blüthen beruhen nicht auf eigenthümlichen Farbstoffen; jene zeigt sich überall, wo das Zellgewebe mit Luft erfüllt ist, das dann nach physikalischen Gesetzen in Masse gesehen — ebenso wie gestoßenes Glas — weiß erscheint; diese ist stets nur eine sehr dunkle und gesättigte Schattirung einer andern Farbe, namentlich der violetten, und beruht dann, wie diese überhaupt, auf einem gefärbten Zellsaft.

färbenden Materie Anthoxanthin (Blumengelb) genannt; die blauen, violetten und bläulich-rothen Blüthen (mit Einschluß der Karminfarbe) zeigen als Ursache ihres Colorits stets einen gefärbten Zellsaft; hier ist also der Farbstoff in gelöstem Zustande vorhanden und wird im Gegensatz zu jenem als Anthocyan (Blumenblau) bezeichnet.

Zu den stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheilen gehören endlich noch die Pflanzenalkaloïde, so genannt weil sie sich zu organischen wie zu unorganischen Säuren als Basen verhalten, d. h. mit ihnen Salze bilden. Sie machen, trotz der geringen Menge, in der sie gewöhnlich vorkommen, doch den eigentlich wirksamen Bestandtheil der durch Giftigkeit oder Arzneikräfte ausgezeichneten Gewächse aus; sie kommen bei einer großen Menge von Pflanzen vor, daher gibt es ihrer eine große Anzahl, von denen wir nur einige hier nach ihrer Abstammung und chemischen Zusammensetzung namhaft machen wollen:

Chinin } in der Chinarinde = $C^{20}H^{24}O^2N^2$
Cinchonin } in der Chinarinde = $C^{20}H^{24}ON^2$
Coniïn, der giftige Stoff des gefleckten Schierlings = $C^{12}H^{28}ON^2$
Solanin, " " " in der Kartoffelpflanze = $C^{84}H^{47}O^{28}N^2$
Atropin, " " " in der Tollkirsche = $C^{34}H^{46}O^6N^2$
Strychnin aus der Brechnuß und andern giftigen Apocyneen = $C^{22}H^{23}O^2N^2$

Oefter kommen verschiedene Alkaloïde mit- und nebeneinander vor, wie z. B. in der Chinarinde Chinin und Cinchonin, im Opium das Morphin, Narkotin u. a. m. In den meisten Fällen sind indeß die vorherrschenden Alkaloïde bei Pflanzen ein und derselben natürlichen Familie dieselben oder wenigstens sehr ähnlich, daher sich unter natürlich verwandten Pflanzen so häufig eine große Uebereinstimmung der wirksamen Stoffe und der darauf beruhenden Eigenschaften erkennen läßt; so zeigen bekanntlich die Solaneen als Gift- und Arzneipflanzen durchgängig den narkotischen, die Ranunculaceen dagegen den scharfen Charakter.

Die **unorganischen Pflanzenbestandtheile** sind größtentheils im Bisherigen schon mehrfach erwähnt worden; wir wollen sie jedoch hier nochmals übersichtlich zusammenstellen. Man nennt sie auch wohl die Aschenbestandtheile der Pflanzen, weil sie bei der Einäscherung, d. h. der Zerstörung der organischen Masse durch Feuer zurückbleiben, doch fehlt dann immer schon ein Theil derselben, die in flüchtiger Gestalt entweichen, und die zurückbleibenden haben theilweise nicht unerhebliche Veränderungen erlitten, wie z. B. die oxalsauren Salze sich in der Asche stets zu kohlensauern umgewandelt finden.

Wasser ist das allgemeine Lösungsmittel der Pflanzensäfte und der Grund der Geschmeidigkeit der festen Pflanzentheile, so lange diese noch in lebhafterer Vegetation begriffen sind; erst mit Abnahme ihrer Lebensthätigkeit vertrocknet und erstarrt das Gewebe der Organe, indem die safthaltigen Zellen mit biegsamen Wandungen durch Anlagerung der Verdickungsschichten sich in eine spröde, trockene Masse verwandeln. Wie bedeutend aber wirklich der Antheil des Wassers als solchen an der Zusammensetzung des Pflanzenkörpers ist, das sieht man aus dem sehr beträchtlichen Gewichtsverlust, den fast alle Theile desselben beim allmähligen vollständigen Austrocknen, d. h. der Verflüchtigung ihres Wassergehalts erleiden, hiernach ergibt sich, daß z. B. die Kartoffelknollen nicht weniger als 70 Procent, manche saftreiche Pflanzen sogar bis zu 90 Procent Wasser in ihrer Substanz enthalten.

Kohlensäure und Ammoniak kommen frei in den rohen Nahrungssäften vor, z. B. im Frühlingssaft der Bäume und der Weinrebe; mit dem Fortschreiten des Assimilationsprozesses verschwinden sie allmählig, theils durch Entweichung, theils durch das Eingehen anderweiter Verbindungen, daher sie in den vollkommen assimilirten Pflanzenbestandtheilen sich in dieser Gestalt nicht mehr finden.

Die Salzbilder: Chlor, Jod, Brom sind in der Gestalt sogenannter Haloïdsalze Bestandtheile gewisser Pflanzen, welche eben wegen dieses Gehalts an die Nähe solcher Localitäten, wo ihnen die Elemente hiezu von außen dargeboten werden, gebunden sind. Am verbreitetsten unter den hiehergehörigen Verbindungen ist das Kochsalz oder Chlornatrium, welches einen wesentlichen Bestandtheil der Seestrands- und Salinenpflanzen (von denen bereits oben einige namhaft gemacht wurden) ausmacht; daher wir eben jene Pflanzen überall da finden, wo entweder durch Salzquellen oder durch die Nähe des Meeres der Boden, oder durch den Zutritt der Seewinde die Luft mit Salz geschwängert ist. Die beiden andern Elemente, Jod und Brom, sind nur den eigentlichen Seegewächsen eigen, nämlich den Tangen, die sie unmittelbar aus dem Meerwasser aufnehmen. Bekanntlich wurde das Jod auch eben in der Asche dieser Meerespflanzen, dem sogenannten „Kelp“ (gelegentlich der Sodagewinnung) zuerst entdeckt und wird hieraus auch am leichtesten im Großen dargestellt.

Die Kieselerde verleiht den Theilen, in denen sie abgelagert ist, einen bedeutenden Grad von Härte und Festigkeit; sie findet sich vor Allem in der Oberhaut und den zunächst gelegenen Zellschichten des Halms der Gräser; im Getreidestroh beträgt sie 6,5 Procent, dagegen an alten Stämmen des Bambusrohrs nicht weniger als 71 Procent, daher diese sogar am Stahl Funken geben; ferner verdankt der bekannte

Schachtelhalm (Equisetum hiemale), dessen man sich zum Poliren des Holzes bedient, die Rauhigkeit, die ihn hierzu geschickt macht, der in der gefurchten Stengelrinde in Menge abgelagerten Kieselerde; man kann diese sehr schön isolirt darstellen, wenn man eine solche Pflanze vorsichtig verbrennt, wo dann ein Kieselskelett, das die Form der Theile deutlich erkennen läßt, zurückbleibt, indem die in den Elementarorganen abgelagerte Kieselerdetheilchen durch die Hitze zusammensintern. Auch die sogenannten Kieselpanzer der Infusorien sind hier zu nennen, indem die kleinen Organismen der Gattungen: Desmidium, Bacillaria, Closterium u. s. w., welche Ehrenberg als Infusorien beschrieben hat, offenbar Pflänzchen, und zwar aus der Gruppe der einzelligen Algen sind, wofür besonders auch ihr chemischer Charakter, ihr Verhalten gegen die Atmosphäre, das dem der grünen Pflanzentheile entspricht, u. A. mehr anzuführen sind; hiernach sind die merkwürdigen Thatsachen der ungeheuren Häufigkeit dieser „Kieselpanzer," d. h. der äußern mit Kieselerde imprägnirten Hülle dieser Pflänzchen und ihres fossilen Vorkommens in mächtigen Schichten, sowie des Antheils, der ihnen bei der Erdbildung zuzuschreiben ist, nunmehr für die Pflanzenwelt zu vindiciren.

Schwefel und Phosphor bilden, wie schon oben angeführt wurde, integrirende Bestandtheile aller Proteïnkörper; der Schwefel ist aber auch in manchen andern organischen Verbindungen enthalten, wie z. B. in dem scharfen ätherischen Oel, welchem die Zwiebel und die Laucharten (Allium sp.), so wie gewisse Cruciferen, wie der Senf, die Kresse, Rettige u. s. w. ihren Geschmack verdanken. Außerdem sind die schwefel- und phosphorsauren Salze im Gewächsreich sehr verbreitet, und letztere namentlich fehlen nie in den Pflanzensamen, woraus sich die Wichtigkeit dieser beiden Elemente für die Ernährung der Pflanzen hinlänglich ergibt.

Die Metalle sind in der Pflanze, wie es scheint, stets in der Form von Salzen enthalten, d. h. als Verbindungen ihrer basischen Oxyde mit Säuren und zwar sowohl mit organischen als mit unorganischen; ersteres scheint indeß die häufigste Combination zu seyn. Außerordentlich verbreitet sind namentlich die Alkalimetalle: Kalium und Natrium als pflanzensaures (oxal-, citronen-, äpfel-, weinsteinsaures ꝛc.) Kali und Natron; hiervon stammen dann die in der Pflanzenasche so häufigen kohlensauren Alkalien ab, nämlich die Pottasche, das kohlensaure Kali der Holzasche, und die Soda, die man aus der Asche der Strandgewächse gewinnt, welche z. B. von der an den Seeküsten so häufigen Salsola kali nicht weniger als 20—33 Procent kohlensaures Natron enthält.

Der Kalk kommt in den meisten Pflanzen und zwar sowohl mit Pflanzensäuren als mit unorganischen zu Salzen verbunden vor, welche in der Regel deutlich crystallisirt erscheinen. Am häufigsten ist der oxalsaure Kalk, der in nadelförmigen, meist bündelartig vereinigten Crystallen im saftreichen Zellgewebe fast nie zu fehlen scheint. — Der kohlensaure Kalk zeigt in den Pflanzen dieselbe rhomboidische Crystallform, wie der Kalkspath; er findet sich als Absonderung am Rande der Blätter bei gewissen Steinbrecharten, in den Rindenzellen der Charaarten u. s. w. Auch der schwefelsaure Kalk (Gyps) erscheint in der ihm eigenthümlichen Crystallform abgelagert.

Die Magnesia oder Bittererde verhält sich ähnlich wie der Kalk, mit dem sie auch fast stets zusammen vorkommt; sehr reichlich ist sie in den Getreidekörnern enthalten.

Eisen und Mangan finden sich stets nur in verhältnißmäßig geringer Menge; sie finden sich ebenfalls als Oxyde, die sich als Basen verhalten, d. h. mit vorhandenen Säuren zu Salzen zusammentreten.

Schließlich geben wir, um das Vorkommen und das gegenseitige Verhältniß der einzelnen unorganischen Pflanzenbestandtheile an einigen naheliegenden Beispielen zu zeigen, die Zusammenstellung folgender dreier Aschenanalysen:

100 Theile Asche von enthalten:	Heu	Weizen (die Körner)	Gerste (die Körner)
Kali	17,8	37,0 (Kali und Natron zusammen)	20,7. (Kali und Natron zusammen)
Natron	8,5		
Kalk	14,0	2,0	3,3.
Magnesia	1,7	9,6	10,5.
Eisenoxyd	0,3	1,2	2,0.
Kieselerde	50,0	—	22,5.
Schwefelsäure	7,2	0,2	0,4.
Phosphorsäure	0,5	50,0	40,0.

Die im Bisherigen aufgezählten näheren Pflanzenbestandtheile werden in dieser Form und Zusammensetzung nur in der lebenden Pflanze erzeugt; sie sind also Produkte der chemischen Lebensfunctionen des Organismus, welche wir in ihrem Wesen, ihrem gegenseitigen Zusammenhang und ihrer Beziehung zu gewissen mit dem Pflanzenleben verknüpften physikalischen Vorgängen nunmehr etwas näher betrachten wollen.

Alle chemischen Vorgänge des Pflanzenlebens betreffen die Erhaltung und das Wachsthum des Pflanzenkörpers und seiner Theile; sie bilden zusammen den chemischen Theil des Vegetationsprozesses, und

dieser ist die nothwendige Grundlage und Vorstufe zu dessen nachher zu betrachtender plastischer, formgestaltender Thätigkeit, weil eben durch jenen erst das Material zubereitet werden muß, ehe letztere wirksam werden kann. Diese chemischen Vorgänge beziehen sich nun entweder ausschließlich auf die Assimilation im engern Sinn, d. h. auf die Verähnlichung oder Umwandlung der aufgenommenen Nahrungsstoffe in Bestandtheile des Organismus, oder sie zeigen den Charakter der Absonderung (Secretion), wodurch vollständig assimilirte Stoffe aus dem Kreis der vitalen Umwandlungen heraustreten, oder endlich den der Aussonderung (Excretion), d. h. Ausscheidung und Entfernung der für die Assimilation nicht geeigneten Substanzen. Doch aber greifen in der Wirklichkeit des vegetabilischen Stoffwechsels diese drei Momente so vielfach ineinander ein, daß sie auch in der Darstellung nicht wohl streng getrennt gehalten werden können.

Der von der Wurzel aufgenommene Nahrungssaft nimmt bei seinem Aufsteigen durch den Stamm fortwährend aus den umgebenden Theilen organische, schon assimilirte Substanzen auf, daher er, je weiter von der Wurzel, um so reicher an solchen ist. Bringt man z. B. an einer im Frühlingssaft stehenden Birke oder einem Ahorn Bohrlöcher in verschiedenen Höhen an, so wird man den Saft, der ihnen entströmt, im Verhältniß ihrer höhern Lage mehr und mehr zuckerhaltig finden. Indessen herrscht doch in diesen aufsteigenden Säften stets noch ganz entschieden das Wasser, das allgemeine Lösungsmittel aller Pflanzennahrung vor; namentlich ist hier anzuführen, daß manche Holzgewächse der Tropenländer und zwar gerade aus den Familien der **Urticeen** und **Euphorbiaceen**, deren Milchsäfte giftig zu seyn pflegen, beim Durchschneiden ihrer Triebe eine Fülle wasserhellen, geschmacklosen Saftes ergießen, dessen sich die Reisenden statt des Trinkwassers bedienen.

Wenn nun die Nahrungssäfte in die peripherischen Theile gelangt sind und sich im Parenchym, namentlich in dem der Blätter, durch Endosmose überall vertheilt haben, so erleiden sie dort eine beständige Concentration durch die Transspiration, d. h. durch die Verdunstung ihrer wässerigen Theile. Dieser Prozeß ist rein physikalischer Natur, und geht auch in der Pflanze um so rascher und energischer vor sich, je trockener die umgebende Luft ist. Da nun in dem Verhältniß, wie sich die Säfte eines Theils durch die Transspiration verdichten und concentriren, nach den endosmotischen Gesetzen ein Nachströmen der benachbarten weniger concentrirten Säfte erfolgt, so muß hierdurch eine beständige Anziehung der nährenden Säfte nach den Hauptorganen der Transspiration, nämlich den Blättern, nothwendig statt-

finden, welche Anziehung wir auch im vorigen Kapitel als ein Hauptagens der Saftbewegung kennen gelernt haben.

Da aus den nachströmenden Säften fortwährend wässerige Theile durch Verdunstung entweichen, und dieses sich so lange fortsetzt, als die Luft nicht vollständig mit Wasserdünsten gesättigt ist, so ist leicht zu begreifen, daß durch diese stets fortwirkende Transspiration sehr beträchtliche Quantitäten des eingesogenen Wassers ausgehaucht werden müssen. Wirklich haben die Versuche von Hales gezeigt, daß eine Sonnenblume während eines Tages etwa 1 $^1/_3$ Pfund, ein Zwergbirnbaum in 10 Stunden 15 Pfund Wasser ausdunstet, und es läßt sich berechnen, daß die von einem Morgen Wiesenland täglich verdunstende Quantität Wasser nicht weniger als 6 Millionen Pfund beträgt. Hiernach unterliegt keinem Zweifel, daß wenn auch nur sehr geringe Mengen der Nahrungsstoffe der Gewächse in dem aufgesogenen Wasser aufgelöst enthalten sind, dieselben doch im Lauf der Zeit sich hinlänglich anhäufen werden, um den Bedarf der Pflanze zu decken.

Die besondern Organe der Transspiration sind die Spaltöffnungen der Oberhaut (s. oben S. 148, Fig. 261 — 63. und S. 170, Fig. 281, 282.); die Epidermis selbst gestattet vermöge des innigen Zusammenhangs ihrer Zellen und der Beschaffenheit ihrer Wände den Durchtritt der Dünste nicht; durch die Spaltöffnungen aber haben sie einen freien Weg ins Innere der Pflanze und zwar zunächst in die Lufträume des Parenchyms, welche, aus erweiterten Zwischenzellengängen entstanden, meist unmittelbar unter jenen gelegen sind. Indem, wie auch bereits oben angeführt, die Spaltöffnungen vermöge ihres Baues sich bei trockener Luft öffnen, bei sehr feuchter vollkommen schließen, so wird die Verdunstung sozusagen durch eine mechanische Vorrichtung je nach den Umständen regulirt und hiedurch sowohl eine zu starke Verdünnung als eine zu beträchtliche Concentration der Säfte verhütet. Die Verdunstung steht natürlich in genauem Verhältniß zu der Zahl der Spaltöffnungen, welche ein Theil auf seiner Oberfläche aufzuweisen hat; schwächer ist sie daher auf der oberen, stärker auf der unteren Blattfläche der gewöhnlichen Laubblätter, bei denen sich durchschnittlich die Zahl der Stomata auf etwa 300 auf die Quadratlinie berechnet; geringer muß sie bei den lederartigen Blättern seyn, weil diese meist nur wenige Spaltöffnungen haben, und bei den Cactus und andern sogenannten Fleischpflanzen, deren grüne Oberfläche jener Organe entbehrt, erscheint sie auf ein Minimum zurückgebracht, daher eben ihre Masse von einer solchen Fülle wässeriger Säfte durchdrungen ist.

Uebrigens nehmen unter gewissen Umständen die Pflanzen auch Feuchtigkeit aus der Luft auf, wie das Wiederaufleben angewelkter Blätter, Zweige und ganzen Pflanzen in feuchter Luft zeigt. Auch sehen wir dieß deutlich bewiesen durch die Erfahrung, daß der belebende und erquickende Einfluß eines Regens, der das Laub befeuchtet, oder des Besprengens der ganzen Pflanze mit Wasser, durch bloßes Begießen der Wurzel bei weitem nicht erreicht werden kann; doch ist hiebei auch noch die zugleich geschehende Aufnahme der atmosphärischen Kohlensäure mit in Anschlag zu bringen, deren Eintritt ins Innere der Pflanze offenbar ebenfalls durch die Spaltöffnungen und höchst wahrscheinlich zugleich mit dem niedergeschlagenen Wasser geschieht.

Unter Respiration der Gewächse versteht man den Austausch ihrer gasförmigen Stoffe mit den Bestandtheilen der Atmosphäre. Hier ist zunächst eine merkwürdige schon längst bekannte Beobachtung zu erwähnen, deren Erklärung gewissermaßen die Grundlage für die Theorie der Pflanzenrespiration bildet. Wenn man nämlich Blätter oder sonstige grüne Pflanzentheile in Wasser untergetaucht dem Sonnenlicht aussetzt, so zeigen sich an ihrer Oberfläche kleine Bläschen, die man leicht auffsammeln kann und welche sich bei der Prüfung als reines Sauerstoffgas erweisen. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, daß es sich als ein ganz allgemein-gültiges Gesetz aussprechen läßt, daß alle grünen Pflanzentheile unter dem Einfluß des Lichts Sauerstoff aushauchen; indem sie hiedurch den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre vermehren, entziehen sie ihr zugleich Kohlensäure. Es verhalten sich also die Pflanzen, die in ihrer überwiegenden Mehrzahl größtentheils eine grüngefärbte Oberfläche der Luft und dem Licht darbieten, in ihrer Wechselwirkung mit der Atmosphäre, die wir eben ihre Athmung oder Respiration nennen, gerade umgekehrt wie die Thiere; diese athmen Sauerstoff ein und scheiden dafür eine entsprechende Menge Kohlensäure aus, sie „verderben" die Luft, indem sie sie untauglich für die Athmung des Menschen machen; die Gewächse dagegen „verbessern" sie wieder durch Ersatz des ihr entzogenen Sauerstoffs. Beide Prozesse aber halten sich so genau das Gleichgewicht, daß troß der ungeheuren Masse der auf Erden athmenden Organismen doch stets die elementare Zusammensetzung der Luft, sowie die relative Menge ihrer ständigen Beimischungen immer und überall genau dieselben bleiben.

Die Erklärung dieses Hauptphänomens der Pflanzenathmung, nämlich der Aushauchung von Sauerstoff, ergibt sich bei einer Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der wichtigern organischen

Pflanzenbestandtheile mit der der wesentlichen Pflanzennahrung, nämlich: Wasser, Kohlensäure und Ammoniak. Wenn letztere in diejenigen Substanzen, die die Hauptmasse des Pflanzenkörpers bilden, nämlich Zellstoff, Amylum, Zucker u. s. w. übergehen sollen, indem ihre Elemente zu organischen Verbindungen zusammentreten, so ergibt sich, da alle diese Stoffe nur aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers bestehen (s. ob. S. 214), ein sehr bedeutender Ueberschuß an Sauerstoff, der eben in die Atmosphäre ausgehaucht wird.

In nächster Beziehung steht die Sauerstoffausscheidung zur Bildung des Chlorophylls oder Blattgrüns, wobei namentlich daran zu erinnern ist, daß dasselbe in der Regel an eine wachsartige — also sehr sauerstoffarme — Grundlage gebunden vorkommt. Die Anwesenheit des Lichts ist aber aus einem uns noch nicht näher bekannten Grunde eine nothwendige Bedingung für diese beiden in innigem Zusammenhang stehenden Vorgänge; wirklich sehen wir an Pflanzentheilen, die im Dunkeln zu wachsen gezwungen sind, die Aushauchung des Oxygens und die Chlorophyllbildung nur unvollständig vor sich gehen; solche Theile werden bleichsüchtig („sie verschnacken, vergeilen"), indem sich kein Blattgrün in ihnen bilden kann, wie ihre gelblichweiße Farbe zeigt; zugleich sind ihre Säfte wässerig, und ihr Gewebe wegen gehemmter Assimilation zart und schlaff. So sehen wir es z. B. an den Trieben, welche Pflanzen, die man während des Winters in den Keller gestellt hat, in der Dunkelheit treiben, und ebenso an den im Keller ausgewachsenen Trieben der Kartoffel. Auch beruht hierauf das bekannte Verfahren, beim Salat, Kraut u. s. w. durch Zubinden der „Köpfe" die innern Blätter, das sogenannte Herz, zarter und wohlschmeckender zu machen, indem sie so durch Entziehung des Lichts zum Verbleichen gebracht und an Entwickelung der rauher schmeckenden Substanzen gehindert werden. Jene im Keller ausgewachsenen Kartoffeln zeigen häufig auch die merkwürdige Erscheinung, daß die Triebe oft auf weite Strecken hin nach den Kellerlöchern zu wachsen, um dort das zu ihrer vollständigen Entwickelung nöthige Licht zu finden. Ueberhaupt ist es eine weitverbreitete Erscheinung im Pflanzenreich, daß die lebhaft vegetirenden Theile sich möglichst dem Lichte zuwenden und hiernach oft ihre ursprüngliche Lage und Stellung erheblich ändern, was offenbar auf den direkten Einfluß des Lichts auf die Respiration, diesen wichtigsten Theil des pflanzlichen Assimilationsprozesses hinweist; namentlich die Blätter nehmen stets eine solche Stellung ein, daß sie dem Licht eine möglichst große Fläche darbieten. Blätter, welche normal senkrecht, d. h. mit den Rändern nach oben und unten stehen, kommen nur äußerst selten vor.

Während also alle grünen Pflanzentheile unter dem Einfluß des Lichts Sauerstoff aushauchen und Kohlensäure aufnehmen, so geschieht während dessen periodischer Abwesenheit, also in der Nacht, das Umgekehrte: sie hauchen, wenn auch in geringerer Menge, Kohlensäure aus und nehmen Sauerstoff auf. Die nicht grünen Pflanzentheile zeigen beständig diese Art des Austauschs mit der Atmosphäre, welcher also genau mit dem bei der Athmung der Thiere stattfindenden übereinkommt; so ist es namentlich der Fall bei den nicht grün gefärbten Blüthentheilen, am stärksten aber bei den Staubgefäßen.

Welche chemischen Vorgänge nun im Einzelnen die Assimilation oder die Umwandlung der Nahrungsstoffe in Bestandtheile des Organismus, sowie den Uebergang der verschiedenen nähern Bestandtheile ineinander begleiten, dieses kann bei dem jetzigen Stand der Untersuchungen in der organischen Chemie nur theilweise angegeben und wissenschaftlich begründet werden. Es gelingt zwar, einzelne dieser Vorgänge auch künstlich außerhalb der Pflanze nachzumachen, doch bedienen wir uns meist hiebei solcher Mittel, welche in der lebenden Pflanze nicht wirkend gedacht werden können, daher uns kein direkter Schluß von dem Experiment auf die Lebensvorgänge erlaubt ist, und wir für letztere eben noch in Ermangelung einer anderweitigen ausreichenden Erklärung eine specifisch wirkende lebendige Kraft oder besondere Qualitäten der organischen Substanz anzunehmen genöthigt sind. So z. B. können wir die Umwandlung von Zellstoff in Stärke, von Stärke in Dextrin und Zucker, und von Zucker in Gummi, wie schon oben gelegentlich angeführt wurde, durch Behandlung mit Schwefelsäure hervorrufen; in der lebenden Pflanze dagegen sehen wir dieselben Vorgänge durch die Anwesenheit stickstoffhaltiger, selbst in Umsetzung ihrer Elemente begriffener Materie eingeleitet und bewirkt, daher man letzterer eine eigene „katalytische" Kraft zugeschrieben. Allerdings erscheinen überall die Proteïnkörper als die Veranlasser und Einleiter des pflanzlichen Stoffwechsels, dessen Resultate wir kennen, ohne bis jetzt den eigentlichen Modus desselben näher angeben zu können; seine Hauptzüge sind erstens die Aufnahme der organischen Pflanzennahrung und ihre Umwandlung in die näheren Pflanzenbestandtheile unter Aushauchung von Wasser und Ausscheidung des überschüssigen Sauerstoffs, zweitens die Metamorphose der organischen Pflanzenbestandtheile ineinander, angeregt durch die Proteïnkörper, wobei jedem Organ die ihm zur Ernährung und zum Wachsthum nothwendigen Stoffe zukommen, und namentlich die Ablagerung und Ausscheidung derselben in fester Form als Zellstoff, Stärke, Wachs u. s. w. vor sich geht; und drittens die Aufnahme gewisser mi=

neralischer Substanzen des Bodens, welche die unorganischen Pflanzenbestandtheile bilden.

Ein eigenthümlicher chemischer Prozeß geht bei der Keimung der Samen vor sich; wir kennen ihn am genauesten bei den Körnern derjenigen Getreidearten, deren man sich zur Erzeugung des Malzes, behufs der Bierbereitung, bedient. Hierbei bringt man nämlich das Getreide zum Keimen, weil durch diesen Act sich sein Stärkemehl in Zucker umwandelt; sobald dieses geschehen, wird die weitere Entwickelung der jungen Pflänzchen durch das Darren abgeschnitten, und man hat statt der stärkereichen Körner das zuckerhaltige Malz. Wir wollen die chemischen Vorgänge, wie sie sich hiebei an den keimenden Getreidekörnern beobachten lassen, noch etwas näher schildern, weil sie in ganz ähnlicher Weise bei allen keimenden Pflanzen sich wiederfinden, gleichviel ob der für die Entwickelung des Keimlings bestimmte, im Samen überschüssig abgelagerte Nahrungsstoff unter der Form einer fleischigen Zellmasse, oder als ein fettes Oel, oder wie oben bei den Cerealien als Stärkemehl erscheint. Die Samen bedürfen, um zu keimen, gewisser äußerer Bedingungen (s. unten im Schlußkapitel), wovon ein angemessener Wärmegrad und hinlängliche Feuchtigkeit die wichtigsten sind; sobald bei Vorhandenseyn dieser die Keimung begonnen hat, so bildet sich, eingeleitet durch die Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, also hier des Klebers, und vielleicht aus diesem selbst die sogenannte Diastase, ein Stoff, der die Eigenschaft zeigt, auch wenn er nur in verhältnißmäßig sehr geringer Menge vorhanden ist, das Stärkemehl in Dextrin (s. oben S. 217) und Zucker umzuwandeln. Auf diese Weise schwindet allmählig das Stärkemehl, überhaupt die unlösliche Form der im Samen abgelagerten Nahrungsstoffe, und es erscheint statt dessen der Zucker vorherrschend, der dann höchst wahrscheinlich in Gummi, Pflanzengallerte und Zucker übergeht, überhaupt in die assimilirten Pflanzenbestandtheile, deren die sich nun allmählig entwickelnden vegetativen Organe zu ihrer Ernährung und zu ihrem Wachsthum bedürfen. Diese Umwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker, unter der Einwirkung der Diastase, die eben den Keimungsprozeß charakterisirt, ist verbunden mit Aufnahme von Sauerstoff aus der Atmosphäre und entsprechender Aushauchung von Kohlensäure in dieselbe; demnach verhalten sich also keimende Samen zu der sie umgebenden Luft gerade wie athmende Thiere, oder umgekehrt wie die grünen Pflanzentheile.

Dieser Vorgang der Erzeugung von Kohlensäure auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoffs kann auch, ebenso wie die Athmung der Thiere, als ein langsamer Verbrennungsprozeß bezeichnet werden, denn

es findet auch hier eine Vereinigung des organischen Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff der Atmosphäre unter Wärmeentwickelung statt. Wirklich entwickeln keimende Samen in Menge zusammengehäuft eine sehr beträchtliche Wärme, die sich sogar bis zur Selbstentzündung steigern kann; so zeigt sich namentlich in den Haufen des keimenden Malzes eine so hohe Temperatur, daß man genöthigt ist, um die als zuträglich erprobte Temperatur von 18 — 20° zu erhalten, die Körner durch öfteres Umschaufeln abzukühlen. Aus dieser wohlbekannten Thatsache der Wärmeerzeugung beim Keimungsprozeß läßt sich ferner der unbestreitbare Schluß ziehen, daß auch alle nicht grünen Pflanzentheile Wärme erzeugen, weil auch ihre chemische Wechselwirkung mit der Atmosphäre in der Bildung von Kohlensäure auf Kosten des Sauerstoffs der Luft besteht. Doch gibt es nur einzelne Fälle, wo die hiebei entwickelte Wärme wirklich durch unsere Instrumente nachweisbar und meßbar ist; dieß ist namentlich der Fall an den Blüthenkolben mancher Aroideen, wo die Region der Staubgefäße, welche ja — wie oben angeführt wurde — verhältnißmäßig am meisten Sauerstoff *) absorbiren, und Kohlensäure aushauchen, während der Blüthezeit eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung zeigt, so daß sich der Kolben ganz warm anfühlt, und seine Temperatur z. B. bei **Caladium odorum** die der umgebenden Atmosphäre selbst bis um 25° übersteigt.

Die Frage, ob den Pflanzen im Allgemeinen eine Eigenwärme zuzuschreiben sey, ist vielfach verschieden beantwortet worden; soviel ist gewiß, daß wir mit unsern Instrumenten für Wärmemessung in den lebenden Pflanzen außer den bereits angeführten, keinerlei Wärmeerscheinung nachzuweisen vermögen, welche nicht aus äußern physikalischen Ursachen sich erklären ließe, so daß wir also eine mit den Lebensfunktionen normal und allgemein verknüpfte Wärmeentwickelung, wie sie im Thierreich Regel ist, im Pflanzenreich vermissen. Zwar zeigen Baumstämme in ihrem Innern eine andere Temperatur, als die der umgebenden Atmosphäre und zwar in der Art, daß dieselbe im Winter höher, im Sommer niedriger steht als die der äußern Luft; dieses erklärt sich aber einfach daraus, daß erstens diese Stämme durch ihre Wurzeln in die tieferen Erdschichten hinabreichen, und von dort die Temperatur, die sich in der Längenrichtung des Holzes leichter fortpflanzt, zugeleitet bekommen; und zweitens ist dabei in Anschlag zu bringen, daß ein solcher Stamm, aus zahlreichen Holzschichten zusammengesetzt, und mit den nicht minder zahlreichen Bast- und Rinden-

*) Bei Arum italicum verschluckt der Kolben jeden Tag das Dreifache seines eigenen Gewichts an Sauerstoff.

schichten umhüllt, die Wärme und überhaupt die Temperaturveränderungen nur sehr langsam ins Innere leitet; in der That findet man auch von der Peripherie nach dem Mittelpunkt des Stammes zu die Temperaturen, wie sie sich allmählig nach Innen zu mittheilen, schichtenweise übereinander liegen, wonach natürlich fast überall im Stamm die Temperatur von dem augenblicklichen Stande der äußern Wärme abweichen muß.

Lichterscheinungen finden sich nur ausnahmsweise in der Pflanzenwelt und stets unter solchen Umständen, daß sie kaum mehr als Attribute des Lebensprozesses selbst angesehen werden können, sondern vielmehr im Zusammenhang mit dem Zersetzungsprozesse erscheinen, wodurch die absterbende organische Materie wieder den Gesetzen der unorganischen Welt anheimfällt. So beruht das bekannte Leuchten des faulen Holzes („Scheinholz") und auch das phosphorische Leuchten mancher exotischen Pilze auf einer chemischen Zersetzung, welche mit Absorption von Sauerstoff und Abscheidung von Kohlensäure verbunden ist, also eine Art von langsamer Verbrennung vorstellt, im Wesentlichen des Vorgangs aber mit der Vermoderung und Verwesung (s. oben) übereinstimmt. Nur bei der an der Zimmerung der Bergwerke hinkriechenden **Rhizomorpha subterranea** (ein wurzelartig aussehender Pilz), welche an ihren äußersten, lebhaft vegetirenden Spitzen phosphorisch leuchtet, scheint die Lichtentwickelung in directer Beziehung zu dem Lebens- und insbesondere dem Wachsthumsprozeß zu stehen.

Scheinbare Lichtentwickelung bei Pflanzen, die auf optischer Täuschung beruhen, wie das blitzähnliche Leuchten gelber Blumen im Abenddunkel, gehören natürlich nicht hieher.

§. 5. Von der Entstehung und dem Wachsthum der Organe.

Alle Neubildungen und jede Vergrößerung der schon vorhandenen Pflanzentheile beruhen auf der Entstehung und Vermehrung der Elementarorgane, aus denen, wie oben schon gezeigt wurde, alle Theile des Pflanzenkörpers zusammengesetzt sind. Diese Elementarorgane sind in ihrem ersten Anfang stets einfache Zellen und nehmen erst später im Verlauf des Wachsthums durch allmählige Gestaltänderung und durch verschiedenartige Anordnung der späteren Ablagerungsschichten die verschiedenartigen Formen an, welche wir an ihnen im ausgebildeten Zustande kennen (s. oben die Pflanzenanatomie). Wir müssen daher zunächst den Zellbildungsprozeß, als die Grundlage aller Wachsthumserscheinungen, etwas näher kennen lernen.

Die freie Zellbildung geschieht nur in einer Flüssigkeit, welche Dextrin, Zucker und stickstoffhaltige Substanz (einen Proteïnkörper) enthält; man nennt diese Flüssigkeit Cytoblastem oder Zellbildungssaft, im Stamme der Holzgewächse aber Cambium (s. unten). Zuerst coaguliren die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Masse, welche man an der dunkelgelben Farbe, die sie mit Jod annehmen, als solche erkennt, zu mehr oder weniger rundlichen Körpern, den Zellkernen, Cytoblasten, und diese bilden um sich herum eine feinhäutige Blase*), die durch Einsaugung von Flüssigkeit sich allmählig ausdehnt, wobei der Zellkern gewöhnlich an der einen Seite der Wandung anhängend bleibt. Die auf diese Weise in allen Punkten der Flüssigkeit entstandenen Zellen kommen nun bei ihrem gegenseitigen Anwachsen in Berührung und treten, indem sie sich überall, wo sie aufeinandertreffen, so innig vereinigen, daß die in der Entstehung doppelten Seitenwände nur eine homogene Scheidewand bilden, zu einem mehr oder weniger dichten Zellgewebe zusammen, welches je nach dem Drucke, den seine Bestandtheile gegenseitig ausüben, nach dem weitern Verlauf seines Wachsthums und nach der eigenthümlichen Anlagerung der aus dem Zellsaft allmählig sich absondernden Verdickungsschichten eine der oben angeführten Formen annimmt. Die besondere Veränderung, welche das Entstehen der Gefäßbündel bedingt, besteht, wie schon oben angeführt wurde, darin, daß alle Elementarorgane sich in einer Richtung, der des Saftstroms vorzugsweise ausdehnen und daß Reihen senkrecht übereinanderliegender Zellen sich durch Schwinden ihrer wagerechten Zwischenwände in die continuirlichen Röhren der Pflanzengefäße umwandeln.

Die Vermehrung der Zellen, welche von schon vorhandenen Zellen ausgeht, geschieht in der Regel so, daß der Inhalt der letzteren, die wir daher „Mutterzellen" nennen können, sich in zwei oder vier Parthieen sondert, worauf in jeder dieser Parthieen ein Zellkern entsteht, um den eine besondere Zellhaut sich anlegt, ganz in der Weise, wie es im Vorhergehenden ist beschrieben worden; so entstehen also innerhalb der Mutterzelle zwei oder vier junge, sogenannte „Tochterzellen," welche dann dadurch, daß jene sich auflöst, frei werden und

*) An der innern Seite dieser ursprünglichen Zellhaut, welche stets aus reinem Zellstoff besteht, findet in der jungen Zelle eine Ablagerung von einer dünnen Schichte stickstoffhaltiger Materie, welche sich auch als solche mit Jod gelbbräunlich färbt, statt; dieses ist H. Mohl's „Primordialschlauch," der sich aber nur als eine vorübergehende Bildung verhält und in den erwachsenen Zellen meistens spurlos verschwunden ist.

selbstständig auftreten. Diesen Vorgang der Bildung von Zellen in Zellen kann man namentlich sehr schön bei der Entstehung und Entwickelung des Blüthenstaubs verfolgen (s. oben S. 172 und 173, Fig. 285. und 286.); ebenso zeigt sich derselbe deutlich bei den einzelligen Algen, wo jedes Pflänzchen aus einer isolirten Zelle besteht; sie pflanzen sich durch Erzeugung von vier Tochterzellen fort, die, sobald sie von der sich auflösenden Mutterzelle frei geworden sind, wieder durch denselben Vorgang sich fortzupflanzen im Stande sind, woraus sich eben die äußerst rasche Vermehrung dieser mikroscopischen Organismen erklärt.

Eine dritte Art der Zellbildung ist die Vermehrung derselben durch Entstehung von Scheidewänden; hier wird der innere Zellraum durch einen von den Seitenwandungen sich erhebenden ringförmigen Vorsprung, der allmählig zu einer durchgehenden Scheidewand sich vervollständigt, in zwei Zellräume gleichsam abgeschnürt; indem dann diese durch Ausdehnung ihrer Wände zunehmen, wird der gleiche Erfolg wie im vorhergehenden Fall erzielt, nämlich Vermehrung der Zellindividuen und dadurch Vergrößerung der Zellgewebsmasse.

Welche von den genannten Arten der Zellbildung und Vermehrung beim Wachsthum und der Ausbildung der Pflanzenorgane vorwiegt, dieses läßt sich bei dem gegenwärtigen Stande unserer Untersuchungen in der geheimnißvollen Entwickelungsgeschichte der Theile nicht bestimmt angeben; am wahrscheinlichsten ist, daß bei den meisten Vegetationsvorgängen alle drei zugleich auftreten, jedoch so, daß stets die freie Zellbildung bei der ersten Entstehung der Organe, also in den jüngsten Theilen, die andern Vermehrungsarten bei der Vergrößerung schon vorhandener Theile vorzugsweise stattfinden.

Alle Pflanzentheile zeigen sich zuerst, nämlich bei ihrer ersten Entstehung in der Knospe, welche ihrer spätern Entfaltung und endlichen vollständigen Ausbildung lange vorhergeht, in Gestalt von zelligen Erhebungen, die dann durch die nach einem bestimmten Typus vor sich gehende Vermehrung und Anlagerung neuer Zellen mehr und mehr die bestimmte Gestalt des ausgebildeten Organs annehmen; so entstehen die Blätter und Blattorgane als halbmondförmige Wülste oder Vorsprünge an dem zelligen Knospenkern und die Eichen als warzenartig vortretende Zellgruppen der Placenta. Dabei zeigt sich nun als ein ganz allgemeiner durchgreifender Unterschied zwischen den Achsen- und den Blattorganen, daß jene immer nur an ihrer äußersten Spitze durch Anlagerung neuer Zellen fortwachsen, während im Gegentheil bei diesen, den Blättern, die Spitze zuerst entsteht und der An-

wuchs der neu entstehenden Elementarorgane am Grunde vor sich geht, so daß dieselben sich gewissermaßen allmählig aus der Achse hervorschieben. Bei den Achsenorganen ist dann hiebei noch die weitere wesentliche Verschiedenheit zu bemerken, daß die nach oben wachsende Achse in allen ihren einzelnen Stengelgliedern, solange dieselben noch nicht ganz erhärtet und verholzt sind, das Weiterwachsen an der Spitze, das freilich an den äußersten Gliedern der Haupt- und Nebenachsen bei weitem am stärksten ist, bemerken läßt, daß also hier eine Ausdehnung in der ganzen Erstreckung der Achse vorhanden ist, während bei den abwärts wachsenden Achsentheilen, nämlich der Wurzel, nur eben die Spitzen selbst im Wachsthum begriffen sind; davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man an Wurzel und Stamn in gleichen Entfernungen, z. B. von je 1 Zoll, Einschnitte anbringt. Bei der Wurzel werden sie sich nicht voneinander entfernen, sondern es wird nach einiger Zeit nur die Spitze weitergerückt seyn; beim Stengel werden sich dagegen durch das Wachsthum alle diese Zeichen mehr auseinanderrücken und zwar die der Spitze nähern am stärksten; bringe ich endlich auf einem in der Entwickelung begriffenen Blatt ein Merkzeichen an, so wird sich dieses nach einiger Zeit vom Blattgrund gegen die Spitze vorgerückt, nämlich durch das sich allmählig vorschiebende Blatt weiter vom Stengel entfernt finden. So sehen wir also auch in Bezug auf Entwicklung und Wachsthum wesentliche Unterschiede zwischen den Wurzel-, Stengel- und Blattgebilden, also zwischen den Hauptorganen der Pflanze, welche im ersten Abschnitt in ihren morphologischen Verschiedenheiten betrachtet wurden; wir können dieses in Kurzem etwa so ausdrücken, daß der Hauptherd der Zellenbildung und somit die eigentliche Stelle des neuen Anwuchses bei der Wurzel nur an der Spitze, beim Stengel an der Spitze der einzelnen Stengelglieder und bei den Blattgebilden an dem Grunde oder der Basis sich befindet.

Der Thallus oder das Lager hingegen, in welchem die genannten Organe noch gleichsam unentwickelt vereinigt sind, zeigt auch dem entsprechend, wie schon früher angegeben wurde, ein in keiner bestimmten Richtung vorwiegendes, ein allseitiges Wachsthum.

Der Zellbildungssaft im Stamm der Holzpflanzen, aus welchem sich jährlich die neue Holzlage bildet, wird Cambium genannt; er zeigt sich um die Zeit, wenn die Knospen ausschlagen und bis sie ihre Entfaltung vollendet haben, als eine schleimige Flüssigkeit, die über den ganzen Umfang des Holzkörpers verbreitet ist, daher sich um diese Zeit (im Frühjahr) die Rinde mit dem ihrer innern Seite anhängenden Bast leicht von dem Holzcylinder ablöst. In dem Maße nun,

wie durch die Wechselwirkung der Blätter mit der Luft, also durch Athmung und Verdunstung die Säfte des Zellgewebs concentrirter werden und sich mehr und mehr mit assimilirten Stoffen schwängern, tritt auch in dem Cambium die gleiche Veränderung ein, wodurch eben in demselben die Zellbildung und somit die Ablagerung der neuen jüngsten Holzschicht vor sich geht; hiernach ist auch leicht einzusehen, warum die Holzbildung zuerst in den oberen, den Laubblättern zunächst gelegenen Theilen vor sich geht, und von da aus sich abwärts im Stamme gegen die Wurzel hin fortpflanzt. Dieses Fortschreiten der Assimilation des Saftes von den jüngern Theilen, an denen sich die Blattknospen entwickelt haben, gegen die älteren, unteren Theile des Stamms hin, hat nun eben früher auf die Annahme eines „absteigenden Rindensafts“ geführt; es finden sich aber für einen solchen weder in der zelligen Rinde noch im Bast irgend geeignete Organe vor, denn Milch- und Harzsäfte, die in der Rinde nicht selten vorhanden sind, enthalten vollkommen assimilirte Abscheidungen. Dagegen ist das Cambium darum überall auf der Oberfläche des Holzkörpers verbreitet, also gerade da, wo der neue Bast- und Holzring entsteht, weil gerade diese Region allein in unmittelbarer Verbindung und ununterbrochener Communication mit den jüngsten, grünen, safterfüllten Theilen, und namentlich den Blättern, dem eigentlichen Sitz der Assimilationsvorgänge steht, wie das die Betrachtung der oben (S. 163) gegebenen schematischen Durschschnittsfigur eines dicotyledonischen Holzstammes deutlich macht. Es erklärt sich auch hieraus die bekannte Erscheinung, die man namentlich an alten Weidenstämmen oft in sehr auffallender Weise findet, daß hohle Bäume, die fast ihren ganzen Holzcylinder durch Fäulniß verloren haben, doch noch lebhaft und üppig grünen und Jahr um Jahr im Umfang einen neuen Holz- und Bastring ansetzen. Denn nur die äußern Splint- und die innersten Bastschichten stehen noch in unmittelbarer Verbindung mit den jüngsten Stengeltheilen, an denen sich die Blattknospen entwickeln, in ihnen ist daher auch vorzugsweise der Weg des rohen wie des assimilirten Nahrungssafts, und solange diese Wege der Verbindung nicht unterbrochen sind, so findet durch die regelmäßige Ablagerung neuer Masse alljährlich die Bildung eines Holz- und Bastrings statt. Wenn aber ein Baum über der Wurzel abgehauen wird, so daß er keine Laubzweige mehr hat, so saugt er zwar im Frühjahr noch, wie die aus der Schnittfläche ausfließende Flüssigkeit zeigt, rohen Nahrungssaft aus dem Boden auf, aber da derselbe nicht mehr verarbeitet und assimilirt werden kann, so setzt sich kein Holz mehr weiter an. In vielen Fällen allerdings ersetzt der Stockausschlag, d. h. die jungen Laubzweige, die aus der Rinde des

alten Stamms hervortreiben, einigermaßen die Thätigkeit der fehlenden Laubregion, daher solche mit Stockausschlag versehene Baumstümpfe auch noch, wenn auch spärlich, Holzanwuchs zeigen. Eine merkwürdige, ebenfalls hieher gehörige Thatsache ist aber das sogenannte Ueberwallen der Tannenstöcke, die Erscheinung nämlich, daß die Strünke der Weißtanne ohne allen Stockausschlag — denn dieser fehlt den Nadelhölzern — doch fort und fort Rinden- und Holzschichten im Umfang bilden, so daß sich am Rande eine nach und nach die Schnittfläche überwachsende Holzwulst bildet; die Erklärung für diese Erscheinung, die lange Zeit räthselhaft war, weil die Assimilirung der Säfte, welche die Ablagerung neuer Holzmasse bedingt, durchaus von der Thätigkeit der Laubregion abhängig gedacht werden muß, hat sich bei genauerer Untersuchung in der Eigenthümlichkeit der Tanne gefunden, daß sehr häufig nebeneinanderstehende Exemplare mehrfach durch Verwachsung der Wurzeln untereinander zusammenhängen, wo dann offenbar ein stehengebliebener Baum die Assimilation der Säfte für den Stumpf mit übernimmt. Ganz ähnlich ist der Fall bei den Parasiten oder Schmarotzerpflanzen, welche allein unter den höhern Pflanzen der grünen krautartigen Theile gänzlich entbehren; dafür stehen sie aber in so innigem unmittelbarem Zusammenhang mit den Pflanzen, auf denen sie schmarotzen, daß die Säfte derselben unmittelbar übergehen können und ihnen somit schon assimilirt mitgetheilt werden.

Schließlich sind noch die Versuche anzuführen, welche ursprünglich zur Annahme eines „absteigenden Rindensafts" Veranlassung gaben, deren Erfolg wir uns aber nach dem oben Gesagten vielmehr dadurch zu erklären haben, daß eben die chemische Umwandlung der Säfte und die durch sie bedingte Ablagerung neuer Masse von den Blättern ausgehen. Wenn man an einem Stamme oder Ast einen Kreisschnitt durch die Rinde anbringt, so wird die Vernarbung immer vom obern Wundrand ausgehen und dieser sich noch später verdickt und durch neugebildete Holz- und Rindenlagen angeschwollen finden, während die unterhalb des Schnittes befindliche Portion nur sehr sparsam neue Masse ansetzt; ebenso wird man an einem losgelösten Rindenstück, das nur noch an einer Seite mit dem Stamm zusammenhängt in dem Fall, wenn die Verbindung am obern Rand erhalten blieb, noch den Anwuchs einer neuen Holzschichte beobachten, in den andern Fällen aber wird er entweder ganz gering oder gar nicht vorhanden seyn. Wenn man ferner einen Draht oder metallenen Reif fest um den Stamm anlegt, so bildet sich oberhalb desselben eine Anschwellung gerade als wenn eine Flüssigkeit dort sich anschoppte, und nach einer

entsprechenden Zeitperiode wird man bei der Untersuchung dieselbe aus Holzmasse gebildet finden; dieses ist aber noch kein Beweis einer wirklich nach abwärts strömenden Flüssigkeit, denn wenn eine solche vorhanden wäre, so müßte das an ihrem wirklichen Ausfließen aus dem obern Wundrand, was aber nie zu sehen ist, direct sich nachweisen lassen; daß vielmehr die Flüssigkeit, nämlich das Cambium, sich allseitig verbreitet und gar keine wirkliche, in einer bestimmten Richtung fortschreitende Bewegung hat, dieß zeigt sich namentlich auch dadurch, daß Rindenwunden, selbst bei gänzlicher Abtrennung großer Stücke, sich häufig schließen, entweder von den Rändern aus oder aber durch Cambium, welches am peripherischen Ende der Markstrahlen hervortritt und so sich über den Umfang des Stamms verbreitet. Dagegen wirkt allerdings die Assimilirung des Safts von den Blättern aus abwärts und sie ist die Bedingung der Ablagerung neuer Masse aus dem Cambium. Ein Beweis hiefür liegt in der Erfahrung, die man beim Oculiren und Pfropfen (s. das folgende Kapitel) gemacht hat, daß unterhalb der Stelle, wo das gepfropfte Reiß oder Auge eingesetzt wurde, das neugebildete Holz die besondere Natur der eingepflanzten Pflanzenart oder Varietät annimmt, ja daß sogar gewisse Eigenschaften, z. B. die Erzeugung (weiß) gescheckter Blätter, von einem eingesetzten Ast aus sich auf alle Aeste des Stammes, auf den man jenen pfropft, übertragen, was doch nach aller Wahrscheinlichkeit nur einer chemischen Einwirkung durch eine entsprechende Mischungsveränderung der Säfte zugeschrieben werden kann.

Eine eigenthümliche Erklärungsweise der eben erwähnten Erscheinungen hat der französische Botaniker du Petit-Thouars versucht, indem er behauptete, jede Knospe verhalte sich wie ein besonderes selbstständiges Pflanzenindividuum, nur daß es eben auf dem Stamm statt für sich im Erdboden eingepflanzt sey; darum triebe jede Knospe und der daraus sich entwickelnde Zweig ihre Wurzeln zwischen Rinde und Holz abwärts, und daraus bildete sich dann eben alljährlich der neue Holzring; hiebei würde dann auch nicht schwer zu erklären seyn, wie bei einer Hemmung eine Anschwellung oberhalb entsteht und wie bei gänzlicher Trennung eines Stammtheils von der Laubregion auch an ersterem der Ansatz weiterer Schichten von Holz aufhören muß. Die genauere Untersuchung der mit der Holzbildung verbundenen Vorgänge zeigt aber bald, daß solche herabsteigende Wurzeln der Knospen durchaus nicht existiren, sondern daß sich Holz und Rindenschichten in der angegebenen Weise aus dem Cambium bilden. Doch liegt dieser Darstellung die richtige Idee zu Grunde, daß die Holzbildung wesentlich durch die Thätigkeit der Knospen bedingt ist

und nur von diesen ausgeht, daher wir sie eben um so mehr gefördert sehen, je unmittelbarer und directer die Verbindung eines Theils mit den Laubblättern ist.

Noch ist hier der sogenannte „Zauberring" zu erwähnen, nämlich der günstige Einfluß, welchen das Wegnehmen eines schmalen Rindenrings oder das „Ringeln" eines Asts auf die Entwickelung seiner Blüthen und namentlich die Reifung der Früchte zeigt; es bilden sich an einem solchen geringelten Ast weniger Blatt-, dagegen mehr Blüthenknospen aus, diese kommen vollständiger zur Entwickelung und die Früchte reifen früher, Alles offenbar Folgen der gehemmten Weiterverbreitung des Safts, wodurch die ganze Assimilationsthätigkeit der Blätter des Zweigs auch ihm allein zu Gute kommt und auf die vollkommenere Ausbildung seiner Blüthen und Früchte verwendet wird. Freilich geschieht dieses einigermaßen auf Kosten der übrigen Theile des Baumes, wie die Beobachtung zeigt, daß Augen, die unmittelbar unterhalb der Ringelung liegen, sehr leicht zurückgehen, und ist daher dieses Verfahren, was übrigens schon seit längst bekannt ist und z. B. in Südeuropa bei der Cultur der Oelbäume vielfach angewendet wird, nicht unbedingt zu empfehlen.

§. 6. Von der Vermehrung der Pflanzen.

In den beiden organischen Reichen, also bei Pflanzen und Thieren, geht die Bildung neuer Individuen immer nur von Individuen derselben Art aus; dieselbe findet aber im Gewächsreich auf doppelte Weise statt, entweder als Vermehrung oder als Fortpflanzung. Unter Pflanzenvermehrung versteht man die Bildung neuer, junger Individuen, sofern sie nur durch vegetative oder Wachsthumsvorgänge vermittelt wird, und diese bildet den Gegenstand des gegenwärtigen Kapitels; bei der Fortpflanzung dagegen, welche im nächsten Paragraphen betrachtet werden soll, ist die Erzeugung neuer selbstständiger Einzelwesen die Folge des Zusammenwirkens der zu diesem Zweck besonders organisirten Theile, welche wir als Reproductions- oder Fortpflanzungsorgane bezeichnen.

Die Pflanze ist weit weniger wie das Thier als Individuum abgeschlossen und als ein zusammengehöriges Ganzes bestimmt begrenzt, weil eben ihre Organisation einfacher ist; jeder Theil eines Gewächses, der für sich der wesentlichen Lebensverrichtungen fähig ist, bildet gewissermaßen für sich ein Individuum, und kann unter gewissen Umständen als selbstständiges Einzelwesen auftreten oder zur Bildung eines solchen Veranlassung geben. Dieses gilt namentlich von den

Knospen, welche ja die beiderlei wesentlichen vegetativen Organe, nämlich Stengel und Blattgebilde in der Anlage enthalten, und ebenso von den Zweigen, die stets aus der Entwickelung von Knospen entstehen; aber auch Blattgebilde für sich und selbst einzelne Zellen oder Zellgruppen vermögen, weil sie eben alle Bedingungen des vegetabilischen Lebens und Wachsthums in sich enthalten, unter gewissen Umständen die Grundlage zur Bildung neuer, selbstständiger Individuen abzugeben. So ist also die Pflanze ein Ganzes aus vielen Theilen, deren jeder die wesentlichen Lebensbedingungen in sich enthält, und daher gewissermaßen für sich selbstständig ist, während beim Thier nur aus dem innigsten gegenseitigen Zusammenwirken aller Organe das Gesammtleben des Individuums hervorgeht. Bei einem Baum z. B. können wir jeden Zweig, wie er aus einer Knospe hervorgegangen ist, als ein Individuum, und die Gesammtheit der jährlich ausschlagenden Knospen gleichsam als eine Generation betrachten, deren einzelne Glieder aber sowohl unter sich als mit den Ueberresten früherer Generationen in organischem Zusammenhang bleiben und so ein zusammengehöriges Ganzes — den Baum — darstellen, das wir als erfahrungsgemäßes Individuum anzusehen gewohnt sind. Daß diese Ansicht von der Pflanzen-Individualität, wonach jede Pflanze eigentlich als ein organisch zusammenhängendes Aggregat vieler Einzelpflanzen zu betrachten wäre, richtig ist, wird am deutlichsten gerade durch die jetzt im Einzelnen zu besprechenden Erscheinungen der Pflanzenvermehrung bewiesen, indem wir hiebei eben Theile von Pflanzen, aus dem Zusammenhang mit dem Gesammtorganismus getrennt, zu selbstständigem Leben und zu neuen für sich bestehenden Individuen sich entwickeln sehen. Hiebei kann die Trennung der zu selbstständigem Leben sich entwickelnden Theile von der Mutterpflanze entweder durch die Wachsthumsvorgänge in der Pflanze selbst geschehen, oder sie wird willkührlich von uns hervorgerufen und durch äußere Mittel ausgeführt, wonach wir eine natürliche und eine künstliche Vermehrung unterscheiden. Unter letztern Begriff fallen namentlich mehrere wichtige Gartenoperationen: das Oculiren, Pfropfen u. s. w., welche in der zweiten Hälfte dieses Kapitels auseinandergesetzt werden sollen. Sie sind für den Bau der Nutzgewächse und insbesondere für die Kultur unserer Gartenpflanzen darum von großer Wichtigkeit, weil sie uns Mittel an die Hand geben, auch zufällige oder durch die Kultur hervorgerufene Eigenschaften solcher Gewächse fortzupflanzen; denn natürlich muß der zur Vermehrung angewendete Theil und die daraus gezogene neue Pflanze in Allem aufs Genaueste mit der Mutterpflanze, von der derselbe ja ein integrirendes Stück ausmachte, übereinstimmen, während,

wie wir später sehen werden, bei der geschlechtlichen Fortpflanzung sich nur die wesentlichen, die Art charakterisirenden Kennzeichen constant zu erhalten pflegen.

Zuerst betrachten wir die Vermehrung durch Knospen und knospenartige Gebilde. Die zur Abtrennung von der Mutterpflanze und zur Erzeugung selbstständiger junger Individuen bestimmten Knospen pflegen schon in ihrem Aeußern von den gewöhnlichen, aus denen neue Triebe und Verzweigungen der Hauptachse hervorzugehen bestimmt sind, sich zu unterscheiden. So hat die Feuerlilie (**Lilium bulbiferum**) und die Zahnwurz (**Dentaria bulbifera**) in den obern Blattachseln fleischige, wie kleine Zwiebelchen gestaltete Knospen, die leicht abfallen, und, auf diese Weise in den Boden gelangt, zu neuen Pflänzchen derselben Art auswachsen. Hieher gehören auch die beim Knoblauch und andern Alliumarten in der Blüthendolde sich erzeugenden kleinen Zwiebelchen, aus denen ebenfalls nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze neue junge Pflanzen erwachsen. Auch bei manchen andern Pflanzen, z. B. bei gewissen Gräsern, bei **Polygonum viviparum** u. s. w. erzeugen sich normal an der Stelle der Blüthen Knöspchen, die nach der Trennung von der Mutterpflanze zu jungen Pflänzchen auswachsen; man nennt solche Gewächse lebendiggebärende (vivipare).

Die Zwiebel selbst ist, wie früher auseinandergesetzt wurde, eine knospenartige Bildung und vermehrt sich durch die Bildung sogenannter Brutzwiebeln, d. h. durch Erzeugung von Seitenknospen, die eine der Mutterzwiebel ähnliche Bildung zeigen und, wenn sie eine gewisse Größe erlangt haben, sich von ihr ablösen, um neuen Individuen derselben Art das Daseyn zu geben; dieses ist sogar die gewöhnliche Art, auf welche die Zwiebelgewächse sich vermehren und die Fortpflanzung durch Samen tritt meist gegen diese ganz zurück, indem bei der fast ausschließlichen Verwendung der Nahrung auf die Erzeugung von Zwiebelbrut die Samenbildung häufig nur unvollständig oder gar nicht stattfindet. — Ganz ähnlich ist der Fall bei der Vermehrung durch Knollen, eine Bildung, welche, wie schon oben (s. S. 16) ausgesprochen wurde, mit der Zwiebelbildung viel Analogie zeigt, und durch Zwischenformen in dieselbe sozusagen übergeht. Die Vermehrung der Orchideen, welche je zwei einknospige Knollen — einen alten und einen seitlich hervorwachsenden jungen — zeigen, ist bereits am angeführten Ort näher auseinandergesetzt worden; auch bei ihnen tritt die geschlechtliche Fortpflanzung gegen die normale Vermehrung zurück und zwar so vollständig, daß von keiner unserer einheimischen Arten je das Aufkeimen aus Samen beobachtet wurde, daher sie durch Aus-

graben mit der Wurzel, wo sie nicht sehr häufig sind, leicht vertilgt werden. Mehrknospige Knollen hat bekanntlich u. A. die Kartoffelpflanze; sie ist daher leicht zu vermehren, indem jeder mit einem Auge versehene Knollenabschnitt zu einer neuen Pflanze auswachsen kann; die Topinambus oder Erdäpfel, welche nicht wie die Kartoffel, wenn man sie den Winter hindurch im Boden läßt, erfrieren, und welche ebenfalls vielknospige Knollenwurzeln haben, sind aus diesem Grund sogar in der Kultur lästig, indem da, wo sie angepflanzt waren, aus den bei der Erndte zurückgebliebenen Knollen immer wieder neue Pflanzen aufwachsen.

Man kann gewisse Pflanzen auch durch einzelne Blätter vermehren, indem diesen, besonders wenn sie fleischig oder lederartig sind, oft die Eigenschaft zukommt, unter begünstigenden Umständen, namentlich wenn sie mit feuchter Erde in Berührung gebracht werden, Knospen zu treiben, aus denen dann junge Pflänzchen aufwachsen. Das bekannteste und auffallendste Beispiel hievon liefert das in unsern Treibhäusern gewöhnliche **Bryophyllum calycinum**; die Blätter desselben sind etwas fleischig, aber flach, eiförmig und am Rande grob-gekerbt; wird nun ein solches auf die feuchte Erde eines Blumentopfs gelegt und mit einem schwachen Druck befestigt, so entsteht bald in jeder Kerbe des Blattrands ein Knöspchen und nach kurzer Zeit ist der Umfang des Blatts mit einem Kreis junger Pflänzchen besetzt. Hier haben also gewisse Stellen des Blatts die Fähigkeit, Knospen als Anlage zu jungen Pflanzen unter günstigen Umständen nachträglich zu bilden, während früher an diesen Stellen nur Zellgruppen vorhanden waren, die sich in nichts von ihrer nächsten Umgebung unterscheiden. Aehnliches findet sich noch bei verschiedenen andern Pflanzen, z. B. bei unserer gemeinen Wiesenkresse (**Cardamine pratensis**), deren gefiederte Blätter an feuchten Stellen nicht selten aus den Ansatzstellen der Theilblattstiele Knöspchen, die zu jungen Pflanzen auswachsen, erzeugen. Man bedient sich sogar dieser Eigenschaft der Vermehrung durch einzelne Blätter bei gewissen Kulturpflanzen, z. B. den Gloxinien, Geßnerien u. s. w. in der Gärtnerei; steckt man nämlich von diesen ein abgeschnittenes Blatt in einen Blumentopf, der gehörig warm und feucht gehalten wird, so entsteht bald an dem Durchschnitt des Mittelnervs ein Knöspchen, aus dem eine junge Pflanze aufwächst; auch die Orange ist dieser einfachsten Vermehrungsart fähig, indem das Blatt in die Erde gesteckt, an der Ansatzgliederung des Blattstiels eine Knospe als Anfang eines jungen Pflänzchens erzeugt.

Wenn wir in diesen Fällen gewissen Parthieen des Zellgewebes die Fähigkeit zuschreiben müssen, Knospen die zu selbstständigen Pflanzen

auswachsen, zu bilden und somit sich in selbstständige Individuen umzuwandeln, so müssen wir, um den einfachsten Fall, nämlich die Erzeugung neuer Individuen aus einzelnen Zellen kennen zu lernen, auch zu den einfachsten Pflanzenformen herabsteigen, nämlich zu den Algen. Allerdings ließe sich der oben (s. S. 236) angeführte Modus der Vermehrung der einzelligen Pflanzen, welche je zwei oder vier Tochterzellen in sich erzeugen, die, nach Verschwinden der Mutterzellen frei geworden, wieder Tochterzellen in sich erzeugen und so in geometrischer Progression sich vermehren, auch als eine Sporenbildung ansehen, wodurch er in die Klasse der Fortpflanzungserscheinungen fiele, die freilich bei den niedern Gewächsen, — wo ja auch die vegetativen und die Reproductionsorgane häufig noch in eins verschmolzen erscheinen — mit den Vermehrungsvorgängen sehr nah zusammengränzen. Bei den Luftalgen oder Flechten aber finden wir neben der Fortpflanzung durch Sporen noch ein anderes Phänomen, das sich ganz bestimmt als eine Vermehrung durch einzelne Zellen charakterisirt; dieses ist die Bildung der sogenannten Staubkeime (Soredia, s. S. 127 Fig. 238 a). Hier lösen sich aus dem Thallus Zellhaufen los und verstäuben als ein feines Pulver, dessen einzelne Körnchen, d. h. isolirte Zellen des Thallus, wo sie an feuchten Stellen sich ansetzen, wieder zu Pflänzchen derselben Art auswachsen; solche Staubkeimzellen unserer gemeinen Flechtenarten bilden stets einen beträchtlichen Theil des grünen Anflugs an feuchten Mauern, Baumstämmen und ähnlichen Stellen, daher im weitern Verlauf der Entwickelung auch mannichfache Flechtenarten aus diesen Anflügen aufzuwachsen pflegen.

Die Vermehrung durch mehr oder weniger entwickelte Stengeltheile schließt sich zunächst an die durch Knospen an; es trennt sich hier ein Theil, der als Seiten- oder Nebenachse entstanden ist, aus dem organischen Zusammenhang mit der Mutterpflanze und wird die Grundlage eines selbstständigen Individuums. An unterirdischen Stengeltheilen sehen wir diese Erscheinung bei den verzweigten Rhizomen oder sogenannten kriechenden Wurzeln, wo durch das allmählige Absterben des ältern Theils des Wurzelstocks die jüngern als Seitenverzweigungen entstandenen Triebe von einander getrennt werden und daher dann selbstständig auftreten. Namentlich aber gehören hieher die Ausläufer (Stolonen); so nennen wir Seitentriebe oder Nebenachsen, die aus dem Stengel in der Nähe des Bodens entspringen, und nachdem sie im Boden, auf dem sie aufliegen, Wurzel geschlagen, sich zu Pflänzchen entwickeln, die endlich durch Absterben der Verbindung mit der Mutterpflanze selbstständig werden; als ein sehr bekanntes Beispiel dieses Vorgangs ist der im Frühjahr so gewöhnliche blaue

Günsel (Ajuga reptans) zu nennen. Auch gehört hieher die Erdbeere, deren sogenannte „Fäden" nichts anderes sind als sehr verlängerte Ausläufer; da sich überall wo diese Wurzeln schlagen, Knöspchen und aus diesen junge Pflanzen bilden, welche später durch Absterben des verbindenden Stücks von der Mutterpflanze sich trennen, so würde, wenn man dieselben nicht entfernte, die Vermehrung und zwar zum Nachtheil der Fruchtbildung zu sehr überhandnehmen, daher man bei den Gartenerdbeeren diese Ausläufer größtentheils ausbrechen muß.

Gehen wir nun über zu den künstlichen Vermehrungsarten, wie sie in der Gärtnerei in häufigerem Gebrauch sind, so haben wir hier die Vermehrung durch Ableger und Stecklinge, das Oculiren, Copuliren, Pfropfen und Ablactiren zu betrachten, Operationen, deren theilweise Analogie mit den angeführten natürlichen Vermehrungsvorgängen in die Augen springt.

Ableger oder Absenker erhält man, indem man Zweige in den Boden legt und sie theilweise mit Erde bedeckt, damit sie Wurzel schlagen, was gewöhnlich noch dadurch befördert wird, daß man durch die Hälfte des Zweigs, also bis aufs Mark einen Einschnitt macht und von hier aus den Zweig auf 1 — 2 Zoll der Länge nach aufschlitzt. Dieses Verfahren gelingt leicht bei vielen unserer Gartenpflanzen, z. B. Rosen, Syringen, Nelken und am besten bei den Gewächsen, die leicht Wurzeln schlagen, wie Pappeln, Hollunder und Weinrebe, welche letztere bekanntlich häufig durch solche Absenker vermehrt wird. Nach längerer oder kürzerer Zeit, wenn der Schoß sich hinlänglich bewurzelt hat, kann er von der Mutterpflanze getrennt werden. Im Fall man die Ableger nicht in dem umgebenden Boden erzeugen will oder kann, bedient man sich mit Vortheil der sogenannten Senktöpfe; diese bestehen aus zwei Hälften und werden an derjenigen Stelle eines Astes zusammengefügt, wo man den Ableger entnehmen will; hier wird nun in den Ast nach der oben angeführten Weise ein Einschnitt gemacht und derselbe durch Füllen des Senktopfs mit Erde umgeben; hält man diese gehörig feucht, so wird sich der Ast bald bewurzeln, und kann, sobald dieses geschehen, durch Abschneiden unterhalb des Topfes von der Mutterpflanze getrennt werden.

Stecklinge und Schnittlinge sind abgeschnittene Zweige oder Theile des oberirdischen Stengels, die künstlich zum Wurzelschlagen gebracht werden und sich dann im Boden zu neuen, selbstständigen Pflanzen entwickeln. Am leichtesten sind bekanntlich auf diese Weise die sogenannten Fleisch- und Fettpflanzen, z. B. die Cactusarten zu vermehren, indem jedes Bruchstück derselben, dessen fleischige

Masse aus den verschmolzenen zelligen Stengel- und Blatttheilen besteht, in die Erde gesteckt leicht anwächst. Bei Holzpflanzen gelingt diese Vermehrungsart in der Regel um so besser, je weicher die Holzmasse ist und je mehr die Art Neigung hat, Wurzel zu schlagen, daher dieselbe z. B. namentlich bei Weiden, Pappeln, Reben u. s. w. gut anwendbar ist; hartholzige Pflanzen dagegen und sehr harzreiche, wie unsere Nadelhölzer, sind wenig hiezu geeignet.

Die Stecklinge werden gewonnen, indem man im Februar oder März junge Zweige in einer Länge von einem Schuh und drüber — am besten gerade unter einem Auge — abschneidet, worauf sie im Frühjahr in den Boden eingeschlagen und beim Einpflanzen so mit Erde bedeckt werden, daß nur ein Auge hervorsieht; bei hinlänglicher Wärme und Feuchtigkeit bewurzeln sie sich dann bald so, um als selbstständige Pflanzen auszutreiben *). Auf diese Weise — durch Stecklinge nämlich — werden namentlich auch viele unserer Gewächshauspflanzen vermehrt (wobei sie übrigens meistens einer beträchtlich erhöhten Temperatur bedürfen), und dieses Verfahren gibt uns so in Verbindung mit den andern Arten der Vermehrung ein Mittel an die Hand, auch von solchen Arten, die in unserm Klima nie reife, keimfähige Samen hervorbringen, die Individuenzahl beliebig zu erhöhen.

Man kann die verschiedenen nunmehr noch zu betrachtenden künstlichen Vermehrungsarten, nämlich das Oculiren, Pfropfen und Ablactiren unter der gemeinschaftlichen Bezeichnung des Impfens der Pflanzen zusammenfassen; diese Operationen stimmen nämlich alle darin überein, daß ein abgetrennter Theil eines Stamms, entweder eine Knospe oder ein Reis oder ein ganz entwickelter Zweig, der sogenannte Impfling, auf einen andern Stamm, den man das Subjekt nennt, künstlich übergepflanzt wird, um auf diesem sich weiter zu entwickeln. Da man gewöhnlich sich dieses Verfahrens bedient, um die veredelten Fruchtarten (und ebenso z. B. die edleren Rosensorten) zu vermehren und sie früher tragbar sowie kräftiger vegetiren zu machen, indem man sie auf Stämme der wilden Art impft, so nennt man auch das Subjekt Wildling und den Zweig, der ihm aufgesetzt wird, Edelreis. Hiebei ist nun noch im Allgemeinen zu bemerken, daß, wenn die Impfung anschlagen soll, entweder der Wildstamm und der Impfling nur Varietäten einer Art seyn dürfen oder,

*) Hiebei ist zu bemerken, daß die Stecklinge fast gleich gut anschlagen, ob man sie verkehrt oder aufrecht in den Boden pflanzt, ein Beweis weiter für unsere oben ausgesprochenen Ansichten über die Saftbewegung in den Gewächsen und insbesondere über das Nichtvorhandenseyn eines sogenannten „rückströmenden Safts."

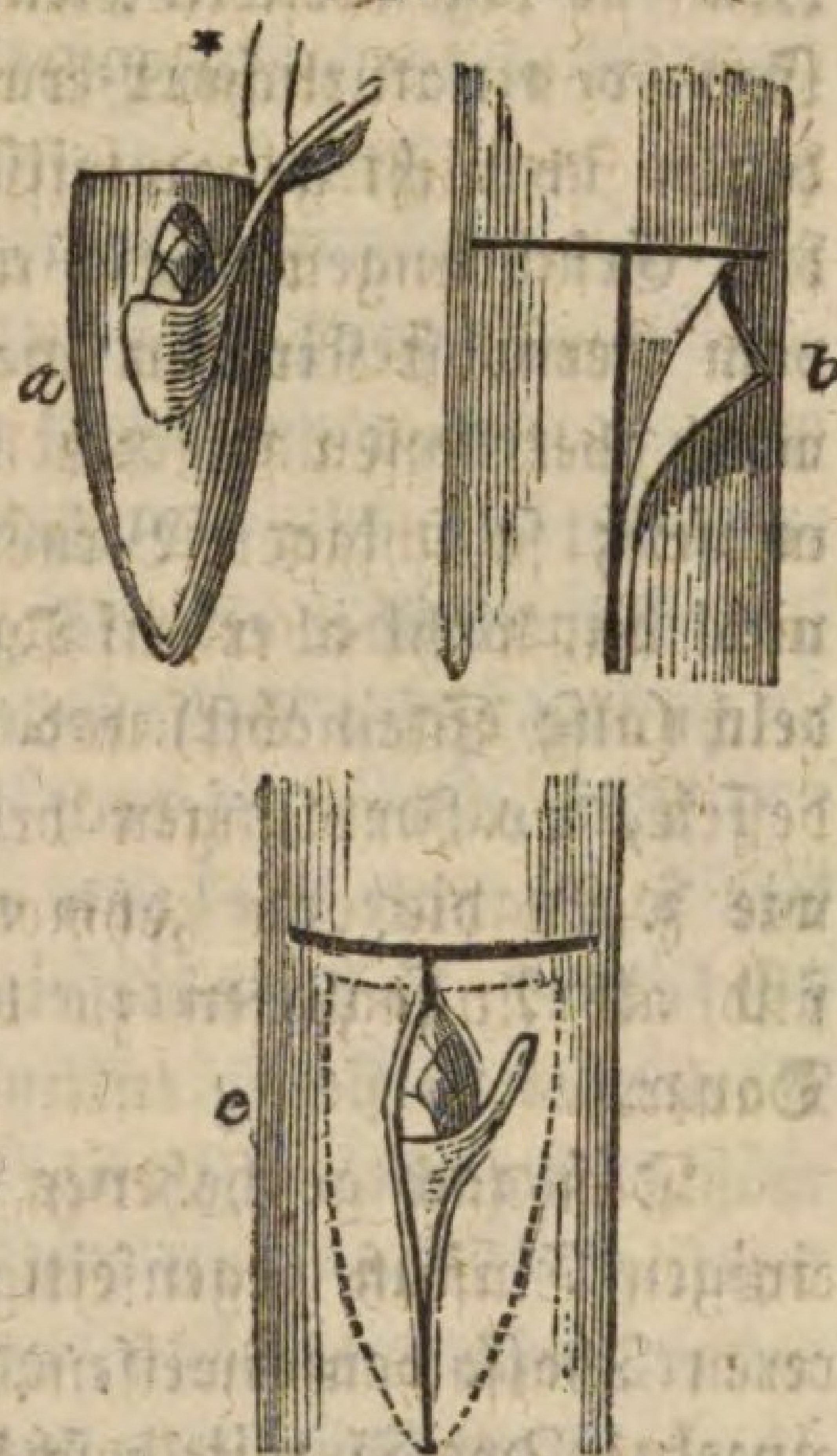
wenn sie von verschiedenen Arten sind, doch zwischen diesen ein gewisser Grad von natürlicher Verwandtschaft vorhanden seyn muß, welcher indessen sich nicht genau wissenschaftlich bestimmen läßt, sondern nur aus den Erfahrungen der Praxis zu entnehmen ist. So gedeihen z. B. vom Kernobst Kirschen nicht auf Pflaumen, Aprikosen und Pfirsichen, wohl aber lassen sich die beiden letztgenannten Bäume auf Pflaumen impfen; so schlagen Birnen auf dem so naheverwandten Apfelbaum nicht an, wohl aber auf Quitten; und auf letzteren können sogar Mandeln (also Steinobst) und Mispeln gezogen werden. Solche Fälle indessen, wo Impfungen bei ganz heterogenen Pflanzen Erfolg hatten, wie z. B. die von zahmen Kastanien auf Roßkastanien und Eichen, sind als Ausnahmen zu betrachten und haben gewöhnlich nur kurze Dauer.

Daß nach geschehener Verwachsung der Impfling und das Subjekt einigen Einfluß gegenseitig aufeinander ausüben, läßt sich aus mehreren Thatsachen erweisen, wie z. B. daraus, daß Bäume, auf welche einzelne Zweige mit geschäckten Blättern geimpft wurden, nach und nach an allen Zweigen geschäckte Blätter bekamen, oder daß nach der Impfung immergrüner Arten auf blattwechselnde nun auch die Blätter des Wildlings sich länger erhielten. Umgekehrt sehen wir bei unsern gepfropften edeln Obstsorten durch die Einwirkung des Wildstamms die ganze Pflanze kräftiger und gegen äußere Einwirkungen, z. B. die Winterkälte, härter werden. Uebrigens erhalten doch die übergepflanzten Individuen auch in ihrer neuen Verbindung neben den Theilen, die dem Subjekt entstammen, ihre Selbstständigkeit und Eigenthümlichkeit; so kann man z. B. verschiedene Rosenvarietäten oder Obstsorten durch Impfung nebeneinander auf demselben Stamm ziehen; auch spricht dafür der Umstand, daß wenn man Bäume aufeinander pfropft, die verschiedenfarbiges Holz haben, z. B. die Pfirsiche mit rothem Holz auf Pflaumen, dann doch die später sich ansetzenden Holzringe am Wildstamm wie am Impfling ihre eigenthümliche Holzfarbe beibehalten.

Wir betrachten nun die obengenannten Impfprozesse im Einzelnen.

Das Oculiren (Aeugeln) besteht in der Ueberpflanzung eines „Augs," d. h. einer Knospe, und wird gewöhnlich in folgender Weise ausgeführt. Von einem einjährigen Zweig wird ein Auge sammt der umgebenden Rinde so abgelöst, daß letztere ein länglich dreieckiges Schildchen bildet, in dessen Mitte die Knospe nebst ihrem Stützblatt oder dessen Narbe sich befindet (s. Fig. 299 a); dabei muß man darauf Acht haben, daß auf der Rückseite des Schildchens beim Ablösen auch

Fig. 299.



der zellige Kern der Knospe mitgeht, weil nur dann die Knospe vollständig und mithin lebensfähig ist. Nun wird auf dem Subjekt oder Wildling an einer passenden Stelle und zwar meist auf einem einjährigen Zweig (beim Kernobst jedoch kann man auch in die zwei- und dreijährige Rinde oculiren) ein Tförmiger Schnitt durch die Rinde bis auf den Splint des Holzes gemacht; hierauf löst man behutsam die hiebei unterhalb des Querschnitts *) entstandenen Rindenlappen (s. Fig. 299 b) von der Oberfläche des Holzkörpers los, was dadurch erleichtert wird, daß bekanntlich zur Zeit der Saftfülle der Zusammenhang zwischen beiden weniger innig ist, und schiebt nun das Rindenschildchen mit dem Auge so ein, daß seine Rückseite dem Umfang des Holzkörpers genau anliegt, das Auge aber aus der Längsspalte zwischen den wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückgebrachten Rindenlappen hervorragt (s. Fig. 299 c). Endlich wird das Ganze unter Freilassung des Auges mit Bast umbunden, so daß die Verwachsung der Theile in der angegebenen Lage geschehen muß; ist die Vereinigung, welche zunächst durch Verwachsung der beiderlei neugebildeten Splintlagen geschieht, vollständig geschehen, was sich durch die normale Entwickelung der eingepflanzten Knospe zu einem Zweig kund gibt, so wird der Verband wieder entfernt, und die Operation durch Wegnahme der nunmehr entbehrlichen Theile des Wildlings vollendet.

Gewöhnlich wird das Oculiren im Frühjahr ausgeführt, weil dann die neuerwachende lebhaftere Vegetationsthätigkeit, die sich ja auch durch das Aufsteigen des Saftes kundgibt, das Anwachsen des eingesetzten Auges besonders begünstigt; da sich eine solche im Frühjahr oculirte Knospe sogleich zu einem beblätterten Zweige entwickelt, so pflegt man dieses Verfahren als *Oculiren auf das treibende Auge* zu bezeichnen. Eine zweite Modifikation ist das *Oculiren aufs schlafende Auge*; dieses wird im Spätsommer zur

*) Man macht auch hie und da den Tförmigen Schnitt umgekehrt, d. h. den Querschnitt unten, wobei natürlich auch dem Schildchen die entsprechende Gestalt gegeben werden muß; für das Wesentliche des Verfahrens ist dieses offenbar ohne Bedeutung.

Zeit des sogenannten „Augustsafts“ vorgenommen, d. h. der um diese Zeit bei vielen unserer Bäume eintretenden Saftfülle, die aber immer hinter dem Frühlingssaftstrom an Intensität sehr zurücksteht. Man läßt hiebei dem Subjekt, auf das man impft, vorerst alle seine Triebe und nimmt sie erst im nächsten Frühjahr weg, wenn das eingesetzte Auge getrieben und somit die wirkliche Vereinigung stattgefunden hat; es macht also hier die Entwickelung der eingesetzten Knospe den Herbst und Winter über eine längere Pause, woraus sich eben die obige Bezeichnung dieses Verfahrens erklärt.

Eine andere, jedoch seltener angewendete Art des Oculirens ist das sogenannte Belzen oder Oculiren mit der Rindenröhre (Pfeife); hiebei wird ein mit mehreren Augen versehenes Stück des Edelreises vorsichtig entrindet und die so erhaltene Röhre einem gleichmäßig entrindeten Zweige des Wildlings angelegt und in dieser Lage befestigt. Man kann den hiezu benutzten Zweig des Wildlings entweder gleich entgipfeln, oder man läßt ihm seinen beblätterten Gipfel oberhalb der Impfstelle bis nach geschehener Verwachsung; in letzterem Fall muß man aber die Rindenröhre behufs der Anlegung seitwärts aufschlitzen.

Das Pfropfen oder Einsetzen von Zweigen (Pfropfreisern, Edelreisern) auf den entgipfelten Wildling kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden, wobei jedoch stets das Wesentliche ist, daß beide Theile an der Vereinigungsstelle in möglichst innige Berührung kommen; dieselbe wird dann mit einem Verband von Bast umgeben und durch einen Ueberzug von Baumkitt oder -Wachs vor äußeren schädlichen Einflüssen geschützt. Man wählt zur Vornahme dieser Operation die Zeit der wiederbeginnenden lebhafteren Vegetation, nachdem die Edelreiser, denen man in der Regel drei bis vier Augen läßt *), schon im Februar geschnitten und inzwischen an einem kühlen Ort in der Erde eingeschlagen aufbewahrt worden sind.

Beim Copuliren wird der Stamm und das Pfropfreis in gleicher Weise schief abgeschnitten, so daß die Flächen genau aufeinander passen und bei gleicher Dicke Beider die entsprechenden Bestandtheile des Stamms genau aufeinander treffen; ist aber, wie das öfter der Fall seyn wird, der Wildstamm von beträchtlicherem Durchmesser als das Pfropfreis, so macht man an ersterem an der Seite einen schiefen Anschnitt, dem dann das Pfropfreis möglichst so angesetzt wird, daß

---

*) Das obere abgeschnittene Ende des Pfropfreises muß, damit es nicht durch Vertrocknen leidet, ebenfalls mit Baumwachs verwahrt werden.

Rinde auf Rinde und Splint auf Splint passen, weil in diesem saftreichsten Theil eben das Anwachsen durch die neuentstehenden Elementarorgane vor sich geht.

Beim Pfropfen in den Spalt werden die unten keilförmig zugeschnittenen Edelreiser auf die horizontale Schnittfläche des Wildstammes eingesetzt, auf welchen zu diesem Behuf eine oder mehrere Spalten eingeschnitten sind; auch hiebei muß man aus dem obenangeführten Grunde möglichst darauf sehen, daß der Splint beider in unmittelbare Berührung kommt. Diese Methode sowie die folgende ist namentlich da anzuwenden, wo man auf Stämme oder Aeste, die schon eine beträchtliche Dicke haben, pfropfen will und kann man so, indem man dem Stammende mehrere Edelreiser aufsetzt oder sie einzeln auf die Aeste, in die sich der Stamm theilt, pfropft, dem Wildstamm eine veredelte Krone geben (Pfropfen in die Krone). Dabei muß man, wenn der Baum schon alt ist, demselben anfänglich einige Aeste, sogenannte Zugäste lassen, damit der zu große Saftandrang zu den Pfropfstellen und überhaupt eine Saftstockung vermieden werde.

Das Pfropfen in die Rinde unterscheidet sich von der vorigen Verfahrungsart nur dadurch, daß das Edelreis statt in einen Spalt der Schnittfläche am Rande derselben zwischen Rinde und Holz eingesetzt wird, zu welchem Zweck es an seinem untern Ende bis auf die Hälfte quer und von da ab nach unten keilförmig auslaufend zugeschnitten wird.

Das Absäugen oder Ablactiren besteht darin, daß man Zweige zweier noch auf ihren Wurzeln stehender Pflanzen zur Verwachsung bringt, indem man einen Theil ihrer Rinde bis zum Splint wegnimmt, die Wundflächen fest vereinigt und mit einem Verbande schützt. So verwächst dann an dieser Stelle das Edelreis mit dem Wildling und zieht wenigstens einen Theil seiner Nahrung aus diesem; trennt man dasselbe dann allmählig von seiner Mutterpflanze, so übernimmt jener, der Wildling, nach und nach die Ernährung, und das Resultat nach vollendeter Trennung ist dasselbe wie beim Pfropfen. Da bei diesem Verfahren das Edelreis fast bis zur Vollendung der Ueberpflanzung mit seiner Wurzel in Verbindung bleibt, so ist sein Eingehen kaum zu befürchten, daher man das Ablactiren hauptsächlich zur Vermehrung seltener Topf- und Treibhauspflanzen anzuwenden pflegt.

§. 7. Von der Fortpflanzung der Gewächse.

Die Fortpflanzung ist eine Erzeugung neuer, selbstständiger Individuen durch die eigens hiezu bestimmten und ausgebildeten Organe: die Befruchtungs- oder Generationsorgane; diese bestehen,

wie wir in der Morphologie (§. 7—12.) gesehen haben, aus eigenthümlich metamorphosirten Stengel- und Blattgebilden, die in ihrer Gesammtheit, wie sie sich bei den Phanerogamen zum Zweck der Frucht- und Samenbildung vereinigt finden, die Blüthe bilden; ihnen entsprechen bei den Cryptogamen die Theile, in denen die Keimkörner (Sporen) entstehen (s. ebendas. §. 13.).

Der Unterschied zwischen Vermehrung und Fortpflanzung, welche beide Vorgänge darin übereinstimmen, daß ihr Resulsat eine Vervielfältigung der Individuen ist, liegt darin, daß bei jener im Samen — oder der Spore — die Anlage zu einem selbstständigen Einzelwesen neu erzeugt wird durch die Thätigkeit der Generationsorgane, welche wir Befruchtung nennen; die Vermehrung dagegen geschieht durch rein vegetative Organe, nämlich unveränderte Stengel- und Blattgebilde, indem ein integrirender Theil der Mutterpflanze zu selbstständiger Existenz gelangt und so gewissermaßen sein früheres Leben nur unter anderen Umständen fortsetzt. Dadurch erklärt sich auch der Umstand, daß bei der Vermehrung alle, auch die zufälligen Eigenschaften der Mutterpflanze auf die jungen Individuen übergeben, so daß auf diesem Wege auch die Spielarten und unwesentlichen Abweichungen — wohin vom wissenschaftlichen Gesichtspunct aus auch die „veredelten" Sorten unserer Culturpflanzen zu rechnen sind — sich erhalten und vervielfältigen lassen; dagegen stimmen die aus den Samen aufkeimenden jungen Individuen nur in den wesentlichen, typischen Merkmalen mit der Mutterpflanze überein.

Die Fortpflanzung durch Keimkörner (Sporen), wie sie den Cryptogamen oder blüthenlosen Pflanzen eigenthümlich ist, nähert sich zum Theil noch sehr den im vorigen Kapitel betrachteten Vermehrungserscheinungen; dieses ist besonders der Fall bei den niedersten Formen der Zellpflanzen, wo noch keine besondern Keimfrüchte (Sporangien) vorhanden sind, sondern nur einzelne Zellen oder Zellgruppen des Thallus in Sporen sich umwandeln, aus denen dann nach ihrer Trennung vom mütterlichen Organismus junge Pflänzchen derselben aufwachsen. Bei den mit besondern Sporangien versehenen Pilzen, Algen und Flechten (s. S. 124—127) entwickeln sich die Keimkörner in diesen ohne vorhergehende Befruchtung, also dem Anschein nach auch durch bloß vegetative Thätigkeit, dabei aber doch in einer von dem Wachsthum des Thallus so bestimmt verschiedenen Weise, daß wir hier sogar schon nicht selten neben der Fortpflanzung eine Vervielfältigung durch Vermehrung auftreten sehen; dahin gehört die schon oben erwähnte Staubkeimbildung der Flechten (s. S. 200), und ebenso die Vermehrung gewisser Pilze durch Theilung

ihres fadenförmigen Thallus (Mycelium s. S. 124 u. Fig. 232 A. a.). Letztere wendet man z. B. bei der Cultur des eßbaren Champignons (Agaricus campestris) an, indem man von dem Erdreich, in welchem die Schwämme wuchsen und welches von dem weißen, fadig-flockigen Mycelium, der sogenannten „Pilzmutter“ durchzogen ist, in die zur Zucht bestimmten Mistbeete bringt, worauf aus diesen bei zweckmäßiger Behandlung ebenfalls Schwämme derselben Art in Menge aufwachsen, welcher Vorgang etwa der Vermehrung durch künstliche Theilung eines kriechenden Rhizoms bei den höhern Pflanzen zu vergleichen wäre. Als hieher gehörig ist auch der sogenannte Pilzstein (pietra fungaja) anzuführen, der an manchen Orten in Italien auf den Märkten verkauft wird; es sind dieses nämlich Klumpen eines mergeligen Gesteins, aus denen, wenn man sie im Keller feucht hält, wohlschmeckende Schwämme (eine Art Polyporus oder Löcherschwamm) fort und fort hervorwachsen, so daß man geraume Zeit den Bedarf für die Küche davon entnehmen kann; es beruht dieses darauf, daß die Schollen des Pilzsteins von dem perennirenden fadenartigen Lager oder Mycelium des Schwammes durchzogen sind, aus welchem die sporenerzeugenden Organe, nämlich die fleischigen Hutpilze bei geeigneter Behandlung fortwährend hervorsprossen. Demnach sehen wir selbst auf dieser tieferen Stufe der Zellpflanzen einen deutlichen Gegensatz zwischen dem rein vegetativen Lager und den der eigentlichen Fortpflanzung dienenden Keimfrüchten, und dem entsprechend, auch einen Gegensatz in der Funktion, nämlich neben der Fortpflanzung durch Sporen eine Vermehrung durch die bloße Wachsthumsthätigkeit.

Die Moose und Farrenkräuter, überhaupt also die höhern Cryptogamen erzeugen ihre Keimkörner in kapselartigen Sporangien (s. oben S. 128—130); bei ihnen sind aber neben diesen Organen, aus deren Zellgewebe durch allmähliges Frei- und Selbstständigwerden der einzelnen Zellen eben die Keimkörner sich bilden, andere Gebilde meist in der nächsten Umgebung jener vorhanden, die sogenannten Antheridien; in diesen finden sich die sogenannte „vegetabilische Samenthierchen,“ nämlich zarte fadenartige Fasern, die sich bei vollendeter Ausbildung äußerst lebhaft drehend und schlangenartig fortschreitend bewegen; was eigentlich die Natur und Function dieser merkwürdigen Gebilde ist, die indeß bestimmt nichts Thierisches an sich haben, ist noch unentschieden, doch scheint wirklich die Erzeugung der Sporen durch ihre Mitwirkung bedingt zu seyn. Darum hat man eben den in Rede stehenden Organen den Namen: Antheridien gegeben, um anzudeuten, daß ihr Inhalt höchst wahrscheinlich gleich dem den Antheren der höhern Pflanzen einen befruchtenden, die Entwicke-

lung der Sporen anregenden Einfluß ausübe. Hienach ist es also für einen großen Theil der durch Keimkörner sich fortpflanzenden Gewächse wahrscheinlich, wenn auch noch nicht bestimmt nachgewiesen, daß auch diese, die Sporen, durch ein Zusammenwirken von zweierlei differenten Organen entstehen, und es führt daher diese ganze Abtheilung mit vollem Recht den alten linneischen Namen Cryptogamen, d. h. Pflanzen mit undeutlicher, verborgener Befruchtung; denn eine solche ihnen ganz abzusprechen, sind wir Angesichts der angeführten Thatsachen und bei unserer noch so mangelhaften Kenntniß dieser schwierigen Pflanzengruppe nicht berechtigt.

Dagegen liegt ein sicheres und durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal der Gesammtheit der blüthenlosen Pflanzen oder Cryptogamen von den höhern Gewächsen oder Phanerogamen eben darin, daß sie sich durch Sporen fortpflanzen, d. h. durch ein- oder mehrzellige Körper, an denen keine weitere Unterscheidung vorgebildeter Theile zu bemerken ist, und welche erst beim Keimen eine Entwickelung weiterer Theile zeigen; sie heißen daher auch: Sporenpflanzen oder, da ihnen der Keimling und somit natürlich auch die Cotyledonen fehlen: Acotyledonen. Im Gegensatz hiezu sehen wir im Samen der Phanerogamen stets deutlich unterschiedene Samenhüllen und den darin eingeschlossenen Kern; in letzterem aber ist schon ehe der Samen von der Mutterpflanze sich trennt, die Anlage des künftigen Pflänzchens als Keimling oder Embryo enthalten. Die Erzeugung und Ausbildung des Samens, wie sie eben für die Blüthenpflanze characteristisch ist, geschieht, wie oben bemerkt, nur in Folge des Acts der Befruchtung, den wir nunmehr nebst den sich daranknüpfenden weitern Vorgängen und Umwandlungen etwas näher ins Auge fassen wollen.

Die Fortpflanzung der Blüthenpflanzen geschieht also durch den keimfähigen Samen, welcher sich in Folge des Befruchtungsacts in der Blüthe erzeugt und ausbildet; doch wirken hiebei die verschiedenen Blüthentheile in sehr verschiedener Weise mit. Zunächst unterscheiden wir hiernach, wie schon oben (s. S. 64) angeführt wurde, dieselben in die unwesentlichen, nämlich die Blüthendecken, die an diesem Vorgang der Befruchtung keinen wirklichen unmittelbaren Antheil nehmen, und in die wesentlichen oder eigentlichen Fructificationsorgane. Von diesen letzteren aber, auf deren Zusammenwirken eben die Befruchtung beruht, verhalten sich die einen, nämlich die Staubgefäße, hiebei activ, anregend, befruchtend, während die Fruchtblätter mit ihren Theilen und die ihnen ansitzenden Samenanlagen (Eichen) zur Aufnahme und weitern Ausbildung der ihnen gewissermaßen eingepflanzten Anlage der künftigen jungen Individuen

dienen. Da bei der Zeugung der Thiere ein ganz ähnliches Verhältniß zwischen den beiden Geschlechtern vorkommt, so hat man die dort gebräuchlichen Bezeichnungen auch auf das Pflanzenreich übergetragen, und die befruchtenden Organe (also den Staubblattkreis) die männlichen, die zur Aufnahme der Befruchtung bestimmten (d. h. den Kreis der Fruchtblätter), die weiblichen genannt. Uebrigens sind, wenn wir diese Analogie genauer verfolgen, nur verhältnißmäßig wenige Pflanzen, nämlich die diöcischen (s. S. 68) in dieser Beziehung den Thieren vollständig analog, indem nur bei ihnen ganz getrennte Geschlechter vorkommen, so daß es, wie bei den Thieren, zweierlei Individuen gibt, männliche nämlich und weibliche; bei den monöcischen Pflanzen ist das Verhältniß noch ähnlich, wenn wir nämlich für eine Blüthe eine bis zu einem gewissen Grade selbstständige Individualität annehmen wollen; bei weitem die Mehrzahl aber der Blüthenpflanzen sind wirkliche Zwitter (ein Fall, der in dieser Weise im Thierreich gar nicht vorkommt), da sie beiderlei Generationsorgane in derselben Blüthe nebeneinander und von denselben Blüthendecken umschlossen enthalten. Diese jetzt über allen Zweifel erhabene Lehre von der Analogie der pflanzlichen und thierischen Zeugung, oder die Lehre vom Geschlecht (der Sexualität) der Pflanzen hat zuerst Linné vollständig entwickelt und ihm gebührt daher das Verdienst, die wahre Bedeutung der Blüthentheile zuerst richtig gewürdigt und wissenschaftlich nachgewiesen zu haben.

Damit eine Befruchtung zu Stande komme, muß zunächst der das Innere der Staubbeutel erfüllende Pollen oder Blüthenstaub auf die Narbe gelangen. Der Zeitpunkt, in dem dieses geschieht, trifft in der Regel mit dem der vollständigsten Entfaltung der Blüthe zusammen; dann öffnen sich, durch den oben (s. S. 171) beschriebenen Bau begünstigt, die Fächer der Anthere, und das feine, aus den nun freigewordenen Pollenkörnern bestehende Pulver, welches deren Inhalt bildete, verstäubt. Bei der großen Mehrheit der zwitterblüthigen Pflanzen, wird nun das Gelangen des Pollens auf die Narbe dadurch sehr erleichtert und gefördert, daß die Staubblätter unmittelbar um die in der Mitte der Blüthe befindlichen Stempel herumstehen, und zwar so, daß die Staubbeutel höher stehen als die Spitze der Stempel, wonach also natürlich von dem Inhalt jener beim Herausfallen Einiges auf die Narbe gelangt; bei den hängenden, also verkehrt gestellten, Blumen wird derselbe Zweck dadurch erreicht, daß hier im Gegentheil die Staubgefäße kürzer als die Stempel zu seyn pflegen. Bei den monöcischen Pflanzen stehen ganz allgemein die männlichen Blüthen oder Blüthenstände über den weiblichen — so z. B. beim Welschkorn, beim

Rohrkolben (**Typha**) u. A. m. — offenbar ebenfalls darum, damit der Pollen beim Herabfallen von selbst auf die Narben gelange. Bedenken wir dabei noch, eine wie große Menge von Pollenkörnern gewöhnlich in einer Blüthe vorhanden sind, während schon einzelne oder wenige, die wirklich von der Narbe aufgenommen werden, wie wir weiter unten sehen werden, zur Befruchtung hinreichen, und rechnen wir hinzu, daß dieser feine Staub bei seiner Leichtigkeit in der bewegten Luft sich schwebend erhält, und so leicht der Narbe zugetragen werden kann, so wird uns für die Mehrzahl der zwitterblüthigen Pflanzen die Bestäubung der Narbe, dieser erste zur Befruchtung nothwendige Act, hinlänglich gesichert erscheinen.

In manchen Fällen jedoch treten diesem Vorgang Hindernisse entgegen, zumal solche, die im besondern Bau mancher Blumen liegen, wodurch es besonderer Einrichtungen und Vorkehrungen bedarf, damit die Bestäubung doch zu Stande komme; mit Bewunderung sehen wir in solchen Fällen das Problem, daß überall und unter allen Umständen das Gelangen des Pollens auf die Narbe möglichst sichergestellt und somit das Mißlingen der Befruchtung von dieser Seite vermieden werde, stets auf die zweckmäßigste und sinnreichste Art gelöst, daher es wohl erlaubt seyn mag, in Aufzählung und Schilderung der interessanteren hiehergehörigen Fälle etwas ausführlicher zu seyn.

Nicht selten nähern sich die Staubgefäße zum Zweck der Bestäubung der Narbe und entfernen sich wieder von ihr, sobald dieselbe geschehen ist; diese Erscheinung zeigen von bekannten einheimischen Pflanzen die Gartenraute (**Ruta graveolens**), dann die Sumpf-Parnassie (**Parnassia palustris**) und mehrere Steinbrecharten (**Saxifraga sp.**); bei diesen beugt sich ein Staubfaden um den andern, wie er zur Reife gelangt und seine Antherenfächer sich öffnen, durch eine unmerkliche Wachsthumsbewegung so nach innen, daß er seinen Pollen unmittelbar über der Narbe entleert, worauf er wieder in seine frühere Stellung zurückkehrt, um einem andern Platz zu machen. Das plötzliche ruckweise Vorschnellen der Staubfäden beim Sauerdorn (**Berberis vulgaris**), welches auch auf Anbringung eines äußern Reizes erfolgt und wodurch ebenfalls das Staubgefäß in eine solche Lage kommt, um unmittelbar auf die Narbe seinen Blüthenstaub zu entleeren, ist bereits oben (s. S. 182) gelegentlich der sichtbaren Pflanzenbewegungen angeführt worden. Andrerseits nehmen auch bei manchen Pflanzen, z. B. bei den Passionsblumen (**Passiflora**), dem Johanniskraut (**Hypericum**) u. A. m. durch das fortschreitende Wachsthum die Narben eine derartige Stellung an, daß sie allmählig den Staubbeuteln hinlänglich genähert werden, um bei deren Entleerung den Blüthenstaub unmit-

telbar aufzunehmen. Endlich ist bei gewissen Pflanzen, z. B. den Nelkenartigen (Caryophyllaceae) das abwechselnde Oeffnen und Schließen der Blumen, welches durch den Wechsel von Tag und Nacht hervorgebracht wird, das Mittel, um die Staubbeutel mit den Narben in Berührung zu bringen und so den Absatz des Pollens auf letztere zu veranlassen.

Bei den Compositen, Campanulaceen und Doldengewächsen werden in der geöffneten Blüthe die Staubgefäße von den Narben überragt, so daß es scheint, als könne der ausfallende Pollen hier nicht die Narbe treffen; die Sache verhält sich aber hier so, daß die Bestäubung letzterer schon vor dem Aufblüben der Blume geschieht, zu welcher Zeit jene beiden Organe noch auf gleicher Höhe, also in unmittelbarer Berührung sich befinden; später, nämlich nach geschehener Befruchtung, die also hier ausnahmsweise schon in der Blüthenknospe beginnt, verlängert sich noch der Griffel um ein Bedeutendes, woraus eben das angeführte Verhältniß der Theile in der geöffneten Blüthe entspringt.

Wenn die Staubgefäße und Stempel ein und derselben Blüthe in der Zeit ihrer vollständigen Ausbildung nicht genau zusammentreffen, so kann natürlich keine unmittelbare Befruchtung der einen durch die andern stattfinden; meist sind hiebei die Antheren der Narbe in der Ausbildung voraus, doch kommt auch der umgekehrte Fall vor, z. B. bei den **Helleborus**- und **Luzula**-Arten; dieser Unterschied aber wird dadurch ausgeglichen, daß die verschiedenen Blüthen derselben Pflanze oder benachbarter Pflanzen derselben Art sich gegenseitig befruchten. Es geschieht das theils einfach durch Verstäubung des Pollens, unterstützt vom Wind, der denselben von Blüthe zu Blüthe trägt, theils wird diese Uebertragung, wie zuerst Konr. Sprengel*) nachgewiesen hat, in vielen Fällen durch die die Blumen besuchenden Insecten bewerkstelligt. Diese, besonders die bienenartigen, gehen bekanntlich dem Honigsaft der Blumen, der von den Nectarien (s. oben S. 82 u. f.) abgesondert wird, nach, um sich davon zu nähren; sie kriechen hiebei ins Innere der Blumen hinein, weil gewöhnlich die Honigabsonderung auf deren Grund oder an innern, verborgenliegenden Blüthentheilen stattfindet; dabei streifen sie dann mit ihrem behaarten Körper den Pollen der eben geöffneten Antheren ab und tragen ihn mit sich fort, so daß er bei dem Besuch einer andern Blume leicht theilweise auf deren Narbe abgesetzt werden kann. Auch hat der genannte Gelehrte noch die scharfsinnige Bemerkung gemacht, daß häufig

*) Sein Buch führt den Titel: „Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen." Berlin 1793.

da, wo im Innern der Blumen Nectar abgesondert ist, äußerlich dessen Stelle oder der Zugang dazu durch ein besonderes Merkmal, namentlich abweichende Färbung der Blumen, bezeichnet wird; er nennt solche Anzeigen und gleichsam Aushängschilder des Honigsafts: Saftmale; sehr augenfällige Beispiele hievon finden sich z. B. bei den Orchideen, deren so eigenthümlich gebildetes und häufig durch besondere Färbung ausgezeichnetes Lippchen, in vielen Fällen an seinem Grund mit einem honigführenden Sporn versehen ist. Die Art und Weise, wie in solchen Fällen die nothwendige Mitwirkung der Insekten bei der Bestäubung zu Stande kommt, kann man sich leicht bei unsern in den Gärten so gewöhnlichen Schwerdtlilien (Iris sp.) verdeutlichen. Bei diesen tragen die drei äußern, zurückgebogenen Zipfel der Blüthenhülle in der Mitte ein Saftmal, theils in der Gestalt einer bartähnlichen Behaarung, theils nur als eine bunte Zeichnung; unmittelbar über den so bezeichneten Eingängen in den honigführenden Blüthengrund stehen die drei Antheren, deren Fächer sich nach außen, also nicht gegen den Stempel zu, öffnen; eben hiedurch muß der Körper des einschlüpfenden Insects sich mit Pollen beladen, und dieser wird dann im Vorbeistreifen leicht auf die Narbe abgesetzt, deren zur Aufnahme des Staubs bestimmter Theil, kenntlich an seiner papillösen Oberfläche, unmittelbar über der Spitze der Antheren sich befindet.

Bei den Orchideen und Asclepiadeen, wo der Inhalt der Antherenfächer nicht in einem losen Pulver besteht, sondern zu wachsartig-schleimigen Pollenmassen (s. S. 173) zusammenhängt, ist ebenfalls zum Zustandekommen der Befruchtung die Mitwirkung der Insecten durchaus nothwendig. Indem diese dem im Grund der Blume und bei vielen unserer einheimischen Orchideen in dem Sporn des Lippchens (s. S. 74 Fig. 143.) abgesonderten Honig nachgehen, bringen sie durch den Druck im Vorbeistreifen jene Pollenmassen zum Austreten aus den Antherenfächern, was meist mit einer gewissen Schnellkraft geschieht; da dieselben aber an dem einen Ende in den mit einer klebrigen Drüse versehenen sogenannten Halter auslaufen, so befestigen sie sich auf diese Weise meist sogleich an den benachbarten Theilen und namentlich bei den Orchideen an der drüsigen Narbenfläche, die unmittelbar über dem Eingang in den Sporn liegt, bei den Asclepiadeen aber an besonderen im Umfang der großen scheibenförmigen Narbe befindlichen Drüsen. So ist es also auch hier der durch die Bewegung des ab- und zugehenden Insects gegebene Anstoß, wodurch die befruchtenden und zu befruchtenden Theile in unmittelbare Berührung kommen, was die nothwendige Vorbedingung für das Zustandekommen der Befruchtung ist. Wir sehen daher gar manche dieser Pflanzen außer-

halb ihres Vaterlandes unter Verhältnissen, wo die zur Vermittelung der Befruchtung geeigneten Insecten fehlen, nie Frucht und Samen ansetzen. So ist es z. B. bei der Vanille, einer aus dem tropischen Mexico stammenden Orchidee, deren wohlriechende schotenartig aussehende Kapseln das bekannte Gewürz liefern; sie setzt außerhalb ihres eigentlichen Vaterlandes und selbst in Brasilien, wo sie doch verwildert ist, nie Früchte an; ebensowenig geschah dieses lange Zeit hindurch an den in unsern botanischen Gärten gezogenen Exemplaren; nun ist man aber darauf verfallen, die Wirksamkeit, welche ursprünglich von Insekten ausgeübt wird, dadurch zu ersetzen, daß man mit einem feinen Pinsel die Pollenmassen aus den Antherenfächern hervorholt und auf die Narbe überträgt; dadurch erhielt man wirklich an Treibhausexemplaren zahlreiche vollkommene Früchte, die durch ihr köstliches Arom große Räume durchduften. Ueberhaupt wird jetzt dieses Verfahren der künstlichen Bestäubung bei gar manchen exotischen Pflanzen, denen wie es scheint bei uns die äußeren Bedingungen zum Zustandekommen derselben auf natürlichem Weg mangeln, mit bestem Erfolg angewandt.

Die Bestäubung der Narbe bei monöcischen und diöcischen Pflanzen bietet offenbar größere Schwierigkeiten als bei den Zwitterblüthen, wo die betreffenden Organe unmittelbar nebeneinander liegen; sie erscheint aber auch hier hinlänglich gesichert, theils ebenfalls durch Mitwirkung der Insecten (in vielen Fällen enthalten sowohl männliche als weibliche Blüthen Nectarien), namentlich aber durch die bei diesen Pflanzen meist außerordentlich große Menge von Pollen, welcher, sobald die weiblichen Individuen nicht zu weit entfernt sind, durch den Wind auf diese übergetragen wird. So sieht man im Mai um die Kiefernwälder manchmal ganze Wolken des Blüthenstaubs (der von heftigen Regengüssen niedergeschlagen den sogenannten „Schwefelregen" bildet), und überhaupt sind bei den Kätzchenbäumen, die entweder monöcisch oder diöcisch sind, und von denen die Mehrzahl eine sehr große Menge Blüthenstaub hervorbringt, wie z. B. die Weide, Pappeln, Haselsträucher u. s. w. die Winde das Hauptbeförderungsmittel der Befruchtung. Auch ist es in Bezug auf gewisse getrennt-geschlechtige Culturpflanzen eine alte Erfahrung, daß die Erzeugung der Früchte von der Nähe männlicher Bäume abhängig ist, daher man z. B. beim Anbau der Pistazien, der Terebinthen und der Dattelpalme stets einzelne derselben unter den Fruchtbäumen cultivirt. Bei der Dattelpalme pflegt man, um der Bestäubung, von welcher die Ausbildung der Früchte abhängt, sicher zu seyn, diesen Act künstlich vorzunehmen; die Araber im nördlichen Afrika, dem eigentlichen Dattelland, haben nämlich seit alter Zeit die Gewohnheit, die Blüthenrispen der männlichen

Bäume kurz vor dem Verstäuben abzuschneiden und auf die blühenden weiblichen Bäume zu hängen, damit sie sich bei der Oeffnung unmittelbar auf die Narben entleeren; diesem Verfahren liegt offenbar eine aus der Erfahrung geschöpfte Ahnung des Pflanzengeschlechts zu Grund.

Wenn es überhaupt der Beweise für die Sexualität der Pflanzen noch bedürfte, was aber jetzt, wo wir die ganzen darauf bezüglichen Vorgänge so genau kennen, nicht der Fall ist, so wären diese gerade bei den diöcischen Pflanzen leicht aufzufinden; es sind viele Fälle bekannt, wo weibliche Individuen in Gärten lange Zeit unfruchtbar blieben, bis endlich männliche in hinlänglicher Nähe, daß der Pollen konnte übergetragen werden, angepflanzt wurden, worauf sie sogleich Frucht ansetzten. Bei den Trauerweiden, deren so zahlreiche bei uns cultivirten Exemplare alle weiblichen Geschlechts sind, wird man, weil eben die Bestäubung mangelt, nie reife Samen antreffen, was übrigens ihrer Vervielfältigung, die so leicht durch Stecklinge geschieht, durchaus keinen Eintrag thut; nur erhält man bei dieser Vermehrung natürlich wieder lauter Individuen desselben Geschlechts wie die Stammpflanze, nämlich weibliche. Wenn man bei gewissen Pflanzen mit getrennt-geschlechtigen Blumen die Beobachtung gemacht haben will, daß auch ganz isolirte weibliche Pflanzen fructificirt und reife Samen gebracht haben, und ebenso bei monöcischen, daß auch bei zeitiger Entfernung der männlichen Blüthen dasselbe geschehen sey, so ist hiebei wohl zu bedenken, wie leicht hier ein Irrthum durch Uebersehen stattfinden kann, um so mehr als man beobachtet hat, daß bei manchen Diöcisten, z. B. beim Hanf, auf den weiblichen Pflanzen nicht selten einzelne männliche Blüthen vorkommen. Ein Einwurf gegen die Nothwendigkeit der Bestäubung der Narbe für die Befruchtung kann aber aus solchen negativen Versuchen nie abgeleitet werden, da wir dieselbe aus dem so genau bekannten, im Verfolg dieses Kapitels zu schildernden weitern Verlauf der Befruchtung als durchaus unentbehrlich nachzuweisen im Stande sind.

Die auf die Narbe gelangten Pollenkörner werden dort theils durch die Gestaltung ihrer Oberfläche, deren Zellen häufig in haarartige Fortsätze ausgewachsen sind, theils durch die schleimige Aussonderung, welche die papillösen Narbenzellen stets zeigen, und welche ihre Oberfläche meist feuchtglänzend erscheinen läßt, zurückgehalten. Bald treiben sie nun, angeregt durch die Berührung mit der schleimigen, gummihaltigen Narbenflüssigkeit die oben beschriebenen P o l l e n s c h l ä u c h e (s. S. 175, Fig. 297. und 298.), die sich zwischen die papillösen Zellen der Narbe durchdrängen und so sich in das sogenannte leitende Zellgewebe (s. S. 172) einsenken; daher findet man nach

einiger Zeit die auf die Narbe gefallenen Pollenkörner fixirt, indem die Pollenschläuche, deren gewöhnlich jedes Korn nur einen treibt, sie festhalten; man könnte eine Narbe um diese Zeit etwa mit einem Kissen, in das Stecknadeln eingesteckt sind, vergleichen, wobei eben die Körner des Blüthenstaubs deren Köpfe vorstellen.

Wenn die Pollenkörner unmittelbar mit Wasser in Berührung kommen, so saugen sie die Feuchtigkeit sehr rasch ein und die Folge davon pflegt zu seyn, daß sie ihren Inhalt entweder aus einer ihrer Poren stoßweise entleeren, oder daß sie durch Sprengung der äußern Pollenhaut platzen; es wird daher durch den Zutritt des Wassers in die Blüthen die Befruchtung verhindert, weil dann das Auswachsen der Pollenschläuche, welches ganz wesentlich für dieselbe ist, nicht zu Stande kommen kann. Dieses ist der Grund, warum heftige Regen zur Blüthezeit — z. B. unserer Obstbäume — dem Fruchterträgniß so nachtheilig sind, und es würde die Vereitelung der Fructification durch den Regen noch weit häufiger vorkommen, wenn nicht durch die Eigenthümlichkeit vieler Blüthen, bei trübem und nassem Wetter sich zu schließen, gleichsam in den Knospenzustand zurückzukehren, wobei die Blüthendecken die innern wesentlichen Blüthentheile schützend umhüllen, dem vorgebeugt wäre. Bei den an und im Wasser wachsenden Pflanzen ist es offenbar aus demselben Grund, weil nämlich nur in der Luft die Befruchtung vor sich gehen kann*), eine ganz allgemeine Erscheinung, daß ihre Blüthen, auch wenn die ganze übrige Pflanze untergetaucht ist, sich über das Wasser erheben; als Beispiel führen wir die schönen Seerosen (**Nymphaea**), die Leichkräuter (**Potamogeton**), den Froschbiß (**Hydrocharis**) und die weißblühenden Wasserranunkel an; das Schlauchkraut (**Utricularia**) erhebt sich während der Blüthezeit, indem die oben beschriebenen und abgebildeten Blasen (s. S. 45 Fig. 92.) die Pflanze schwimmend erhalten, mit seiner Blüthenrispe über die Wasserfläche; sobald aber die Befruchtung geschehen ist, sinkt das Ganze durch Entweichung der Luft aus jenen Organen wieder zu Boden. In gleicher Weise steigt die Wassernuß (**Trapa natans**) zur Blüthezeit durch ihre blasig angeschwollenen, mit großen Lufthöhlen versehenen Blattstiele an die Oberfläche des Wassers herauf. Wenn aber in manchen Fällen die Tiefe des Wassers es unmöglich macht, daß die Blüthen sich aus demselben hervorheben, so ist

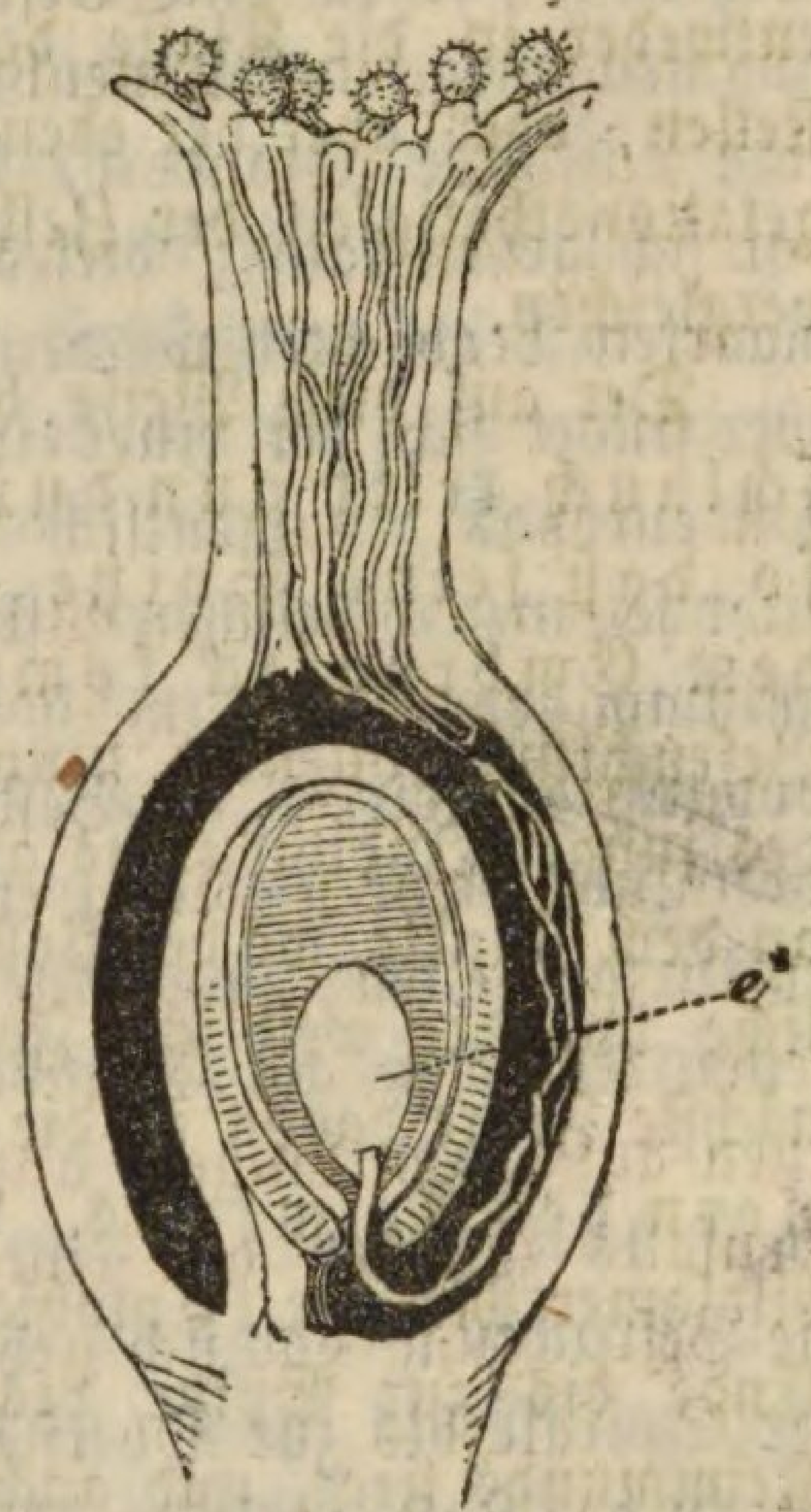
---

*) Nur bei ganz wenigen Wasserpflanzen, z. B. dem Hornblatt (Ceratophyllum), wird der Pollen vom Wasser nicht angegriffen, und kann daher wirklich dieses Medium zur Vermittelung der Befruchtung dienen.

doch noch dadurch eine Befruchtung möglich, daß sich zwischen den zusammengeneigten Blumenblättern durch einen Lebensact der Pflanze eine Luftblase absondert, innerhalb derer die Bestäubung ungestört vor sich gehen kann; dieses ist z. B. bei manchen Elatine- und Alisma-arten beobachtet worden. Der merkwürdigste hiehergehörige Fall aber findet sich bei einer in den Sümpfen und stehenden Gewässern Südeuropas, namentlich in der Lombardei und Südfrankreich, nicht seltenen diöcischen Pflanze: der **Vallisneria spiralis**, welche im schlammigen Boden, meist mehrere Fuß vom Wasser bedeckt wurzelt, wodurch allerdings die Bestäubung der weiblichen Blüthen durch die männlichen sehr schwierig erscheint. Diese, die Staubblüthen, kommen in kurzgestielten, von einer gemeinschaftlichen Blüthenscheide umgebenen Köpfchen am Grunde der Blätter hervor, die weiblichen aber sitzen auf einem langen, anfangs spiralig aufgewundenen Blüthenstiel, ebenfalls zwischen den einen Rasen bildenden Blättern. Wenn nun die Befruchtung vor sich gehen soll, so werden letztere durch Aufrollung der Spirale bis zur Oberfläche des Wassers emporgehoben, so daß sie sich in der Luft entfalten können; die männlichen Blüthenstände aber reißen sich um diese Zeit von ihren Stielen los und schwimmen, nun ihren Pollen ringsumher verstäubend, zwischen den geöffneten weiblichen Blüthen umher, so daß die Bestäubung nun ohne Schwierigkeit vor sich gehen kann; hat diese und somit die Befruchtung stattgefunden, so rollt sich die Spirale des weiblichen Blüthenstiels wieder auf, wodurch die reifende Frucht unter das Wasser zwischen die Blattbüschel zurückgezogen wird. Gewiß ist dieser übrigens nicht isolirt stehende Vorgang — denn auch andere Wasserpflanzen zeigen ähnliche Erscheinungen — eines der denkwürdigsten Beispiele, wie die Natur, um die Befruchtung, von welcher die Erhaltung der Art durch Fortpflanzung abhängt, zu Stande zu bringen, alle Schwierigkeiten zu überwinden weiß, und so möge damit unsre Aufzählung der diesen ersten Act der Befruchtung begleitenden beachtungswerthen Erscheinungen, denen sich noch gar manche nicht minder interessante Fälle anreihen ließen, beschlossen seyn.

Schon vor der Befruchtung entsteht in dem Kern der Samenknospe (s. S. 96, Fig. 188—190—190 bei a.), welcher ursprünglich aus homogenem Zellgewebe besteht, durch Vergrößerung einer der zunächst beim Samenmund liegenden Zellen, während die benachbarten durch Aufsaugung verschwinden, der sogenannte Embryosack (s. nebenstehende Fig. 300. bei e*), eine mit Flüssigkeit erfüllte rundliche oder cylindrische Blase, welche stets die Spitze des Eikerns einnimmt, so daß der Samenmund (**micropyle**) einen Zugang zu ihrem

Fig. 300.



einen Ende bildet. Das Verhältniß des Embryosacks zu dem bleibenden zelligen Theil des Eikerns ist bei verschiedenen Pflanzen verschieden, indem bald nur theilweise, bald fast vollständig die Zellmasse des Eikerns vordrängt. Doch ist derselbe stets schon in der der Befruchtung vorhergehenden Periode deutlich sichtbar, und offenbar für dieselbe von wesentlicher Bedeutung, da deren Product, der Keimling, sich, wie wir gleich sehen werden, in seinem Innern zu bilden bestimmt ist.

Die auf der Narbe abgelagerten Pollenkörner bilden, wie oben angeführt, unter Einfluß der Narbenflüssigkeit die Pollenschläuche, welche nun zwischen den Zellen des leitenden Zellgewebes, also in der Achse des Griffels, abwärts wachsen, indem sie zwischen den nur lose verbundenen Zellen desselben sich durchdrängen; so gelangen sie bis zu dem Ansatzpunkt der Eichen oder Samenanlagen auf der sogenannten Samenleiste (**placenta** s. S. 95), die stets mit dem leitenden Zellgewebe in unmittelbarem Zusammenhang steht. Da nun der Griffel oft eine sehr beträchtliche Länge hat, so müssen die Pollenschläuche, um diesen Weg zurückzulegen, zu einer sehr beträchtlichen Länge sich entwickeln, und in der That finden wir, daß dieselbe in manchen Fällen das Korn bis hundert- und mehrfach übertrifft. Daß das Material zu einer solchen außerordentlichen Entwickelung nicht allein von dem Pollenkorn geliefert werden kann, ist klar; es schöpft aber der auswachsende Pollenschlauch in dem Maße, wie er in dem leitenden Zellgewebe vordringt, Stoff zu seiner Vergrößerung aus dem schleimigen Inhalt der ihn umgebenden Zellen. Bei dieser Verlängerung der Pollenschläuche ist die Vegetationskraft der ganzen Pollenzelle offenbar in sehr erhöhter Thätigkeit begriffen, daher erklärt sich denn auch die Erscheinung, daß man um diese Zeit in ihrem Inhalt, der sogenannten Fovilla, lebhafte Strömungen wahrnimmt, und daß namentlich die in dem Zellsaft suspendirten Oeltröpfchen und Schleimpartikelchen eine lebhafte Bewegung zeigen. Man hat daraus Veranlassung genommen, von lebhaft beweglichen vegetabilischen Samenthierchen zu sprechen und ihnen eine Rolle bei der Befruchtung zuzuschreiben; es ist aber diese Parallelisirung noch weit weniger statthaft als in den oben (s. S. 254) von gewissen

Cryptogamen erwähnten Fällen, und ist vielmehr dieses Phänomen entweder in die Klasse der Molecularbewegungen (s. S. 212) zu stellen, oder aber der ebenfalls fast allgemein mit einer lebhaften Vegetationsthätigkeit der Zellen verknüpften Rotation des Zellsafts zu vergleichen.

Der auf diese Weise bis zum Eichen herabgedrungene Pollenschlauch tritt nun durch den Keimmund des Eichens ein, so daß seine Spitze in unmittelbare Berührung mit dem Embryosack kommt (s. Fig. 300.); hiemit ist der Act der Befruchtung vollendet, denn von diesem Augenblick beginnt die Bildung des jungen Individuums als Embryo oder Keimling, und zwar gerade an dem Punkte, wo der Pollenschlauch und der Keimsack, also die männliche und die weibliche Fortpflanzungszelle, aufeinandertreffen. Die nächste Folge davon ist die Entstehung des Embryo's im Innern des Keimsacks. Letzterer ist um diese Zeit ganz mit flüssiger bildsamer Materie (Cytoblastem) gefüllt, und reicht mit seinem einen Ende bis zur Spitze des Eikerns, die unmittelbar innerhalb des Keimmunds liegt, und auch wohl als Kernwarze (**mamelon d'impregnation** der Franzosen) besonders bezeichnet wird. Sobald nun der durch den Keimmund eingedrungene Pollenschlauch sich diesem obern Ende des Keimsacks anlegt, wobei er manchmal diesen etwas in sich selbst zurückstülpt, so beginnt, in Folge einer in ihrem Wesen uns räthselhaften anregenden Wirkung desselben, in dem unmittelbar berührten Theile jenes Sacks die Bildung von Zellen, welche zuerst zu einem rundlichen Häufchen, dem sogenannten Embryokügelchen, anwachsen, das dann später (bei Dicotyledonen) nach unten zu sich spaltet, und so die Anlage zum Embryo oder Keimling bildet. Da diese ersten Anfänge des neuen Pflänzchens natürlich mikroscopisch klein sind und ihre genaue Verfolgung und Ermittelung, weil sie gleichsam im innersten Heiligthum der Blüthe vorgehen, sehr große Schwierigkeiten bietet, so ist es leicht erklärlich, daß über die wichtige Frage der ersten Bildungsstelle des Keimlings annoch eine nicht unerhebliche Meinungsverschiedenheit besteht. Schleiden nämlich, dem die Wissenschaft in dieser Sphäre sehr viel verdankt und dem namentlich das Verdienst gebührt, nachgewiesen zu haben, daß das Eindringen des Pollenschlauchs durch den Keimmund bis zum Keimsack eine ganz allgemeine Erscheinung und als das eigentlich Wesentliche bei der Befruchtung zu betrachten sey, glaubt annehmen zu müssen, daß die ersten Zellen des Embryo in der sich abschnürenden Spitze des Pollenschlauchs selbst entstehen, daß also ein Theil der Pollenzelle die erste materielle Grundlage des künftigen jungen Pflänzchens abgebe.

Uns scheint dagegen die Ansicht von Meyen und Mohl richtiger, daß der Embryo sich innerhalb des Embryosacks bilde, ohne daß der Pollenschlauch sich direct dabei betheiligt, indem er nur durch sein Zusammentreffen mit jenem durch eine uns noch nicht näher erklärliche dynamische Einwirkung die Anregung zur ersten Entstehung des Keimlings gibt. Letzterer, der Keimling, ist also in Beziehung auf seine materielle Grundlage sowohl wie in seiner weitern Ausbildung ein Product des Fruchtblatts, und wird daher der Stempel mit allen seinen Theilen richtig mit dem weiblichen Thierorganismus verglichen, in welchem ebenfalls die materielle Grundlage der künftigen Jungen als Eizelle entsteht, und sich in Folge der Befruchtung weiter ausbildet; der Staubblattkreis dagegen, von welchem die Anregung und active Kraft der Befruchtung ausgeht, läßt sich eben darum füglich als „männlich" bezeichnen.

Im Verfolg der weitern Ausbildung oder Reifung des Samens vergrößert sich nun der Keimling durch Anlagerung neuer Zellen und erlangt so die ihm je nach der Abtheilung, wozu die Pflanze gehört, zukommende vollkommene Gestalt, deren hauptsächlichste Formen und Abänderungen oben (s. S. 115—119) beschrieben und abgebildet worden sind. Es rundet sich hiebei der dem Keimmund zunächst liegende Theil zum Ende des Stengelchens, auch Würzelchen (**radicula**) genannt, ab, während das entgegengesetzte Ende in die ersten Blattgebilde auswächst, wobei entweder ein Cotyledon die das Blattfederchen (**plumula**) bildenden folgenden Blätter mehr oder weniger umschließt, oder zwei — bei vielen Coniferen mehrere — auf gleicher Höhe stehend sie zwischen sich bergen. Es muß hiernach stets das Wurzelende des Keimlings dem Keimmund zunächst anliegen, während die Spitze der Cotyledonen bei geradläufigen Samen ihm diagonal gegenüberliegt, bei krummläufigen aber neben dasselbe zurückgebogen ist. Bei den eiweißlosen Samen, wohin z. B. die Mandel, Bohne, Erbse u. s. w. gehören, füllt er für sich den ganzen innern Raum der Samenhüllen aus; bei den mit einem Eiweiß (Albumen) versehenen dagegen findet sich außer dem Embryo noch eine zellige Masse, eben das Eiweiß vor. Dieses zeigt aber nach seiner Entstehung zweierlei Verschiedenheit: entweder bildet es sich nämlich aus dem Zellgewebe des Eikerns, also außerhalb des Embryosacks, und dann wird es Perisperm genannt; dahin gehört z. B. das centrale, vom Embryo umschlossene Eiweiß der Caryophylleen (s. S. 116, Fig. 224.); oder — und dieses ist der häufigere Fall — es füllt sich der Embryosack nach und nach mit Parenchym an, während das Zellgewebe des Eikerns absorbirt wird, so daß es im reifen Samen gar nicht mehr

als besondere Schichte erkennbar ist; solches innerhalb des Keimsacks entstandene Albumen heißt Endosperm; es findet sich z. B. in der Familie der Palmen, Gräser, Ranunculaceen und vielen anderen.

Im Samen wird stets während seiner Reifung eine Quantität überschüssigen Nahrungsstoffs, welche zur Ernährung der jungen Pflanze in der ersten Periode ihres selbstständigen Lebens bestimmt ist, abgelagert; je nach der verschiedenen Form, unter der diese Ablagerung auftritt, nämlich als Stärkemehl, fettes Oel oder Zellstoff, ist dann der Same mehlig, ölig, fleischig oder hornartig. Letzteres in dem Fall, wenn die Zellwandungen durch Ablagerung von Verdickungsschichten erhärten, was sogar soweit gehen kann, daß eine feste, beinharte Masse entsteht, wie bei der Dattel und vor Allem bei dem sogenannten „vegetabilischen Elfenbein," einer amerikanischen Palmfrucht, deren Eiweißmasse so hart ist, daß sie wie Knochensubstanz sich verarbeiten läßt. Eigenthümlich ist die Bildung des Endosperms bei der Cocosnuß; hier bildet sich nämlich aus dem flüssigen Inhalt des Keimsacks nur eine mehr oder weniger dicke Auskleidung der Steinschale, die innere Höhlung derselben bleibt aber mit flüssigem Cytoblastem erfüllt; das ist die sogenannte „Cocosmilch", die als ein erquickender Trank in dem Vaterland jener nutzbaren Palme hochgeschätzt ist. Uebrigens trifft, je nach der Eigenthümlichkeit der Pflanzenfamilie, die Ablagerung des Nahrungsstoffs bald nur den Embryo — bei den eiweißlosen Pflanzen, z. B. unsern Hülsenfrüchten, — bald beide in ziemlich gleichem Maaße, wie bei den Gräsern und also unsern Getreidearten, bald ausschließlich das Albumen. Dabei ist als allgemein geltende Regel aufzustellen, daß die Ablagerung stickstoffhaltiger Materie vorzugsweise im Keimling stattfindet, daher die eiweißlosen Samen (z. B. eben unsre Hülsenfrüchte) auch stickstoffreicher und daher in höherem Grad nährend zu seyn pflegen.

Zugleich mit der Ausbildung der innern, wesentlichen Theile des Samens gehen auch in seinen Hüllen mancherlei Veränderungen vor; die äußere Schichte derselben verwandelt sich in die bald steinartig harte, bald krustenartig zerbrechliche oder zäh lederartige Testa oder Samenschale, deren Oberfläche beim reifen Samen bald glatt und eben, bald mit verschiedengestalteten Hervorragungen versehen, oder aber mit mancherlei Anhängen, häutigen Flügeln u. drgl. versehen erscheint (s. oben S. 114 und 115).

Zugleich mit der allmähligen Ausbildung des Samens und seiner Theile begeben sich auch an den Fruchtblättern und den damit unmittelbar zusammenhängenden Blüthentheilen merkwürdige Veränderungen und weitere Entwickelungen, die zusammen die Reifung der Frucht,

welche also mit der Reifung der Samen parallel geht, ausmachen. Die männlichen Theile aber, die Staubgefäße, die mit geschehener Bestäubung ihre Bestimmung erfüllt haben, und mit ihnen die ebenfalls zart organisirten Blumenblätter (oft auch der Kelch) fallen ab, oder verwelken und verschwinden so allmählig, sobald nach geschehener Befruchtung die Vegetationskraft im Kreis der Fruchtblätter, der Bildungsstätte der Samen, einen neuen Aufschwung nimmt. Auch Narbe und in vielen Fällen Griffel pflegen zu dieser Zeit hinfällig zu werden, oder wenigstens keine weitere Entwickelung zu erhalten. Es ist nämlich zu dieser Zeit ihre Function: zur Aufnahme der Befruchtung zu dienen, erloschen. Es nimmt daher bei der Entwickelung zur Frucht in der Regel nur das Ovarium oder der Fruchtknoten, und die damit organisch zusammenhängenden Theile — namentlich bei Pflanzen mit „unterständigem" Fruchtknoten der Kelch — Antheil.

Je nachdem in dieser Periode der Reifung die Substanz der Fruchtblätter entweder eine massige Entwickelung safthaltigen Zellgewebes, oder ein Schwinden des flüssigen Zellinhalts meist unter beträchtlicher Verdickung der Zellwandung zeigt, oder aber diese beiden Bildungsprozesse in den verschiedenen Schichten eines und desselben Fruchtblatts nebeneinander auftreten, so entsteht eine fleischige, saftige Beere, eine häutige, lederartige oder holzige Kapsel oder endlich eine Steinfrucht, und aus der Combination dieser und ähnlicher Ausbildungen gehen alle die mannigfaltigen, schon oben (s. S. 103—114) aufgeführten Fruchtformen hervor. Ueber die oft an der reifen Frucht ziemlich versteckte eigentliche Bedeutung der Theile kann uns eben nur diese ihre Bildungs- und Entwickelungsgeschichte Aufschluß geben, welche daher wohl zu beachten ist; sie lehrt uns z. B., daß in manchen Fällen auch andere Organe, die zum Theil nicht einmal zur Blüthe gehören, an dem Ausbildungs- und Reifungsprozeß von Frucht und Samen Antheil nehmen, für welche Fälle wir oben (s. S. 102) den Namen S c h e i n f r ü c h t e vorgeschlagen. So ist, um nur an die bekannteren Beispiele zu erinnern, die Feige ein fleischiger Blüthenstand, die Erdbeere ein Fruchtboden, die Maulbeere eine Zusammenhäufung und Verwachsung saftig-fleischiger Blüthenhüllen; sie weichen also nach ihrer Entstehung und morphologischen Bedeutung wesentlich von den eigentlichen Früchten ab, während sie vom physiologischen Gesichtspunkt aus als durchaus mit ihnen übereinstimmend zu betrachten sind.

Nachdem Frucht und Samen ihre vollständige Reife und Ausbildung erlangt haben, erübrigt noch als letzter Act in der Reihe der Fortpflanzungsvorgänge, das A u s s t r e u e n d e r S a m e n, d. h. ihre T r e n n u n g von der Mutterpflanze, wodurch sie erst in den Stand

gesetzt werden, unter veränderten äußeren Umständen die in ihnen ausgebildete Anlage eines neuen Individuums zum selbstständigen Leben auszubilden. Auch hier sehen wir mancherlei zum Theil äußerst sinnreiche Vorrichtungen und gleichsam ein Aufbieten aller Hilfsmittel, damit der beabsichtigte Zweck, von dem allerdings auch wesentlich der Erfolg der Fortpflanzung abhängt, stets sicher und vollständig erreicht werde*). Zunächst ist schon häufig in dem Bau und der sonstigen Bildung der Früchte das Ausstreuen der Samen nothwendig begründet; bei denen, die sich durch Klappen, Löcher, Spalten u. dergl. öffnen, fallen die Samen, sobald dieses geschieht, natürlich leicht aus, und dieses um so mehr, als im Herbst, wo die meisten Früchte reifen, nicht selten anhaltende heftige Winde herrschen, die ganz geeignet sind, die Samenkapseln gleichsam auszuschütteln; auch befördert die Elasticität, mit der manche Kapseln sich öffnen (s. S. 186), das Umherstreuen und somit die Verbreitung der Samen wenigstens in der nähern Umgebung. Leichte Samen und namentlich solche, die mit einem häutigen Flügel oder einem Haarschopf versehen, wie z. B. die der Weiden und Pappeln, werden natürlich durch die Winde oft weit durch die Luft geführt und können, wenn sie bei ihrem Herabfallen günstigen Boden antreffen, oft an sehr entfernten Stellen wieder aufkeimen. Dasselbe ist der Fall bei den mit einer Federkrone (Pappus) versehenen einsamigen Früchtchen der Compositen, die in dieser Beziehung ganz wie Samen zu betrachten sind. Andere Samen und einsamige Früchtchen, namentlich auch solche von Compositen sind geeignet, sich überall leicht anzuhängen, und werden so durch Menschen und Thiere beim zufälligen Vorbeistreifen mitgenommen, um oft erst in weiter Entfernung wieder abgesetzt zu werden; so ist es bei den Achenien der Gattung Bidens (s. S. 105, Fig. 205.) und den bekannten Köpfchen der Kletten

*) Auch ist in Anschlag zu bringen, daß bei der großen Menge von Samen, die manche Pflanzen hervorbringen, auch im ungünstigsten Fall wenigstens immer ein Theil derselben in die zum Keimen und der weitern Entwickelung geeignete Lage gelangen kann, und wirklich scheint auf ein Verlorengehen vieler von vornherein gerechnet zu seyn. Denn wenn z. B. von den Tausenden von Samen, die eine Mohn- oder Tabackpflanze oder die unsere Waldbäume jährlich hervorbringen, auch nur die Hälfte zur Entwickelung gelangten, so könnte in wenig Jahren jede einzelne dieser Pflanzenarten den ganzen der Vegetation fähigen Erdraum bedecken, da die Vervielfältigung in den aufeinanderfolgenden Generationen natürlich in geometrischer Progression zunimmt; wir wollen hier nur beispielsweise anführen, daß man an einer einzigen Repspflanze nicht weniger als 108,000 Samen gezählt hat.

(Lappa), welche mit ihren Widerhaken sich äußerst fest an die Kleider anhängen und dadurch verschleppt werden. Hieraus erklärt sich, wie manche Pflanzensamen oft plötzlich an weitentfernten Orten auftreten, wohin ihre Samen nur vermittelst zufälliger Verschleppung durch Menschen oder Thiere gelangt seyn können. Wenn wir z. B. in einem neugegrabenen Teich, der von jedem andern Wasser beträchtlich entfernt liegt, nach und nach allerlei Wasser- und Uferpflanzen aufkeimen sehen, so müssen wir durchaus annehmen, daß ihre Samen vorher dahin verbracht worden sind, und können etwa vermuthen, daß sie durch Wasservögel, die solche Orte abwechselnd besuchen, aus vielleicht entlegenen Lokalitäten der Art zugetragen wurden. Gewisse ursprünglich ausländische Pflanzen unserer Flora sind zuerst an solchen Stellen erschienen, wo fremde Wolle abgeladen worden war und haben sich von da allmählig weiter verbreitet und im Lande festgesetzt; offenbar sind sie mit der Wolle anhängend eingeführt worden, wie denn in vielen Gegenden, wo die Schafzucht sorgfältig betrieben wird, gewisse Pflanzen als den Thieren schädlich bekannt und gefürchtet sind, weil sich ihre Samen in die Wolle festhängen und sie dadurch verwirren; namentlich ist in dieser Beziehung das Federgras (Stipa) übel berüchtigt, weil seine Früchtchen, die in die gedrehte, mit feinen rückwärtsstehenden Borsten besetzte Granne auslaufen, sich vermöge dieser Beschaffenheit immer tiefer in die Wolle und endlich selbst in die Haut der Thiere einbohren. Bedenken wir aber überhaupt die mannigfachen Wege, auf denen die im kleinsten Raum eingeschlossene, durch seine Hüllen gegen äußere Schädlichkeiten geschützte Anlage der jungen Pflanze allseitig verbreitet werden kann, so werden wir die oft so beträchtliche allmählige Ausdehnung des Verbreitungsbezirks gewisser Pflanzenarten leicht erklärlich finden.

Bei den fleischigen Früchten findet ein Ausstreuen der Samen in der Weise wie bei den mehrsamigen Trockenfrüchten nicht statt, indem sich dieselben nie öffnen; dagegen pflegen sie bei der Reife abzufallen, und so werden durch allmählige Zerstörung der Fruchthülle auch hier die Samen mit der Zeit frei. Auch spielen hier die Thiere bei Verbreitung der Samen eine nicht unbedeutende Rolle; viele Thiere nähren sich von fleischigen Früchten, die sie vollständig verzehren; nun aber werden die Samen wegen der Härte der Testa und ebenso die Steinkerne bei den Steinfrüchten durch den Verdauungsprozeß nicht angegriffen, und gelangen daher mit den Excrementen wieder in den Boden, ohne an ihrer Keimkraft gelitten zu haben. Ein sehr merkwürdiger Fall dieser Art ist die Fortpflanzung der Mistel (Viscum album), der bekannten auf unsern Obst- und manchen Waldbäumen

wachsenden Schmarotzerpflanze; ihre weißen, klebrig-saftigen Beeren werden von manchen Vögeln, namentlich der Mistel-Drossel (**Turdus viscivorus**) gierig verzehrt; wenn nun der Vogel mit den Excrementen die unversehrten Samen wieder von sich gibt, so fallen sie auf die Aeste der Bäume, die jenen Vögeln zum Aufenthalt dienen, und kleben dort durch die Ueberreste des zähschleimigen Fruchtfleisches an; auf diesem sonderbaren Wege gelangen sie also gerade wieder in die eigenthümlichen Standorte, wo sie allein gedeihen können, indem sie sich sogleich wieder beim Keimen mit ihren Würzelchen durch die Rinde in die Holzsubstanz befestigen, um hier als ächte Schmarotzer weiter auszuwachsen. Endlich wäre hier noch anzuführen, daß die Muskatnuß auf den molukkischen Inseln durch die sogenannte Gewürztaube verbreitet wird, welche die fleischigen Früchte verzehrt, die harten Kerne aber aus dem Kropf wieder von sich gibt, die dann, da sie hiebei ihre ganze Keimkraft bewahren, überall, wohin sie die Taube auf ihren Zügen verschleppt, wieder zu jungen Pflänzchen aufzukeimen im Stande sind.

§. 8. Verlauf und Ende des pflanzlichen Lebensprozesses.

Das Leben der Pflanze ist ein steter Entwickelungsprozeß, als dessen Endresultat und letztes, höchstes Produkt auf die im vorigen Kapitel betrachtete Weise der keimfähige Samen hervorgebracht wird, der bestimmt ist, wieder seinerseits den selbstständigen Entwickelungsgang zu beginnen und ein neues Individuum hervorzubringen, an dem sich dieselben Wachsthums- und Fortpflanzungsprozesse wiederholen. So ist das pflanzliche Leben mit Recht einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislauf, der sich in den aufeinander folgenden Generationen immer wieder in gleicher Weise wiederholt, verglichen worden.

Wir können in der Reihenfolge der vegetabilischen Lebenserscheinungen gewisse Hauptepochen als deutlich hervortretende Abschnitte des gesammten Lebenscyclus unterscheiden; es sind dieses ebensoviele Entwickelungsstufen, durch welche die Pflanze zu ihrer vollkommenen Ausbildung fortschreitet und sie sind durch das successive Auftreten der entsprechenden Organe auch äußerlich deutlich bezeichnet; dieser Lebensepochen sind bei allen vollkommenen Pflanzen folgende vier anzunehmen:

1) die Keimung (**germinatio**);
2) die Krautbildung (**frondescentia**);
3) die Blüthenbildung (**florescentia**);
4) die Fruchtbildung (**fructescentia**).

Ehe wir zur Einzelbetrachtung dieser Hauptabschnitte des Pflanzenlebens übergehen, ist aber noch die Eigenthümlichkeit in Betrachtung zu ziehen, daß zwischen der vollkommenen Reifung und Ausstreuung des Samens einerseits und dem durch die Keimung bezeichneten Beginn des neuen Lebenscyclus stets eine längere oder kürzere Zeit verstreicht, in der der Samen und das darin schlummernde junge Leben gänzlich ruhen, und wo also in der Thätigkeit des vom alten Organismus auf den jungen übergehenden Lebensprinzips ein zeitweiliger Stillstand und anscheinend eine kürzer oder länger dauernde Unthätigkeit eintritt. Diese Periode der Samenruhe wollen wir zunächst etwas näher ins Auge fassen.

Die normale, im natürlichen Gang der Entwickelung begründete Dauer der Samenruhe scheint für jede Pflanzenart genau bestimmt zu seyn, und lassen sich dieselben hienach in bestimmte Klassen unterscheiden, welche jedoch insofern nicht scharf getrennt erscheinen, als diese Periode der Ruhe oder des Schlafs der Samen, von ihrer Reifung an bis zum Beginn der Keimung, sich durch zufällige oder absichtliche Modification der äußern Umstände in den meisten Fällen ohne Nachtheil verlängern läßt; eine Verkürzung dieses Zeitraums dagegen ist unstatthaft, da die Keimung entweder gar nicht vor Ablauf der bestimmten Ruheperiode eintritt, oder wenn man sie vorher erzwingt, das Pflänzchen bald zu Grunde geht. Es ist also diese hier anzuführende Normalzeit der Samenruhe als das Minimum zu betrachten, dessen die Pflanze bedarf, während unter gewissen Umständen das Maximum, nämlich die Möglichkeit der Erhaltung der Samen, ohne daß sie ihre Keimkraft verlieren, sich, wie wir unten sehen werden, oft erstaunlich weit erstreckt. Zunächst gibt es eine gewisse Klasse von Samen, die nur einer ganz kurzen Samenruhe bedürfen und die sogleich keimen, nachdem sie von der Mutterpflanze getrennt und in den Boden gelangt sind; so ist es bei der Mehrzahl der sogenannten zweijährigen Pflanzen, deren Samen noch in demselben Herbst, wo sie gereift sind, keimen und folglich nur eine ganz kurze Ruheperiode haben. Bei manchen exotischen Gewächsen keimen die Samen sogar noch während sie in der Frucht eingeschlossen sind, also vor ihrer Trennung von der Mutterpflanze, eine Erscheinung, die man auch als Abnormität manchmal an Gartenpflanzen, z. B. an Citronen beobachtet. Der zweite und bei unsern einheimischen Gewächsen bei weitem häufigste Fall ist der, daß der Same den Winter über unter der schützenden Schneedecke gleichsam schlummernd ruht, und, durch die belebenden Strahlen der Frühlingssonne geweckt, in der Keimung sein selbstständiges Leben beginnt;

hier ist die Samenruhe je nach der frühern oder spätern Reifung und Ausstreuung und je nach der durch klimatische Verhältnisse bedingten Dauer des Winters etwas verschieden, doch aber stets eine mehrmonatliche, und ließen sich diese Pflanzen, die wie gesagt unter unsern einheimischen die Mehrzahl bilden, im Allgemeinen als „winterschlafende" bezeichnen. Endlich gibt es Samen, die erst nach mehreren Jahren keimfähig sind, z. B. die der Linde im zweiten, die der Kiefer und des Wachholders im dritten Jahr u. s. w.

Manche Samen müssen sogleich frisch in die Erde gebracht werden, wenn sie aufgehen sollen, wie z. B. die des Kaffeebaumes; es ist daher nicht möglich, die käuflichen Kaffeebohnen, obgleich es unverletzte Samen von harter hornartiger Konsistenz sind, auch bei sorgfältigster Behandlung zum Keimen zu bringen. Andere behalten ihre Keimfähigkeit nur unter ganz besondern äußern Bedingungen; so bleiben die Samen vieler Wasserpflanzen nur dann entwickelungsfähig, wenn sie unmittelbar nach der Reifung ins Wasser gelangen. Bei weitem die meisten Samen aber sind im Stande, wenn die das Keimen hauptsächlich bedingenden Agentien, nämlich Feuchtigkeit und der Zutritt des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft abgehalten werden, die in ihnen schlummernde Keimkraft sehr lange zu erhalten. Hiedurch erklärt sich auch die Erscheinung, daß oft plötzlich beim Umbrechen und Bearbeiten des Bodens Pflanzen zum Vorschein kommen, die in der ganzen Nachbarschaft sich nicht finden und deren Erscheinen daher auch nicht einer Uebertragung des Samens zugeschrieben werden kann; noch weniger darf man dabei an eine Entstehung derselben an Ort und Stelle, etwa durch sogenannte Urzeugung denken; wohl aber ist es sehr wahrscheinlich, daß sie ihre Entstehung Samen verdanken, welche in tieferen Erdschichten begraben lagen und nun, durch die Bearbeitung zu Tage gefördert, aufkeimen, eine Annahme, die an Wahrscheinlichkeit gewinnt durch die zahlreichen Beobachtungen, wo sich die Keimkraft unter ähnlichen Umständen während sehr langer Zeiträume erhielt. Namentlich sind dessen die mehligen Samen und die von hornartiger Konsistenz fähig, während ölige und fleischige, wahrscheinlich in Folge chemischer Umsetzungen in ihrer Substanz meist in kürzerer Zeit ihre Keimkraft einbüßen und verderben. Kürbis- und Melonenkerne hat man nach 30—40 Jahren noch keimen sehen, und vielerlei Samen anderer Arten sind, nachdem sie 80—100 Jahre in Sammlungen oder Herbarien gelegen hatten, noch zu gesunden Pflanzen aufgekeimt. Die denkwürdigsten Beispiele dieser Art aber sind die folgenden. Samen, die sich in römischen und celtischen Gräbern in den dem Todten mitgegebenen Gefässen fanden, und die also nach aller Wahrscheinlichkeit

über anderthalb tausend Jahre alt waren, lieferten ausgesät vollkommene Pflanzen verschiedener Art, und aus Getreidekörnern, die aus Mumiensärgen entnommen waren, in denen sie mindestens 2000 Jahre geschlummert hatten, wurden fruchttragende Halme erzogen. Hienach müssen wir die Fähigkeit, den schlummernden Lebenskeim entwickelungsfähig zu bewahren, bei vielen Samen beinahe für unbegrenzt halten. Uebrigens ist hier beiläufig ein analoger Fall auch von einem Vermehrungsorgan anzuführen; man hat nämlich eine in der Hand einer ägyptischen Mumie vorgefundene Zwiebel gepflanzt und sie trieb wirklich Schaft und Blätter.

Die Samen zeigen im Allgemeinen eine große Widerstandskraft gegen schädliche äußere Einflüsse, was bei sehr vielen von dem dichten Gewebe der Testa wesentlich mitbedingt seyn mag, welche ja sogar dieselben, wie oben angeführt, in gewissen Fällen gegen die Einwirkung der thierischen Verdauung schützt, so daß sie noch keimfähig mit den Excrementen der Thiere, welche die Früchte verzehrten, abgehen. Hitze und Kälte ertragen die meisten, wenn sie dabei vor Feuchtigkeit geschützt sind, in hohem Maaß ohne Schaden; auch in dieser Beziehung zeigen wieder die Getreidekörner, obgleich durch keine harte Samenschale geschützt, einen sehr hohen Grad von Lebenszähigkeit, was für eine Culturpflanze gewiß kein geringer Vorzug ist; sie halten nämlich, ohne ihre Keimkraft einzubüßen, eine (trockene) Hitze bis über 100° C und eine Kälte bis zum Gefrierpunct des Quecksilbers aus.

Die K e i m u n g (**germinatio**) oder die selbstständige Entwickelung des im Samen schlummernden Lebenskeims zeigt sich bedingt von gewissen äußeren Agentien. Sie findet nämlich nur statt bei angemessener Wärme (mindestens 4—7° C), hinlänglicher Feuchtigkeit und bei Zutritt der atmosphärischen Luft. Sind diese Bedingungen vorhanden, so beginnt die Keimung durch endosmotische Aufnahme von Feuchtigkeit; diese dringt theils durch die ganze Testa, theils, wo deren Structur zu dicht ist, durch den Nabel ein; namentlich aber erscheint auch der Keimmund als ein geeigneter Weg für die Einsaugung, indem er als ein freilich meist haarfeiner Kanal die Samenhüllen durchbohrt, und — wie sich aus der Entwickelungsgeschichte des Samens als nothwendig ergibt (s. oben S. 266.) — stets direct zu dem Wurzelende des Keimlings führt. In Folge der Einsaugung der Feuchtigkeit schwillt das Innere der Samen an und sprengt die Hüllen, worauf das Würzelchen als der zuerst sich entwickelnde Theil hervortritt. Diese Einsaugung und die daraus folgende Anschwellung geschieht übrigens mit einer bedeutenden Kraft, die bei einer größern Anzahl von Samen sich zu einer sehr beträchtlichen Gesammtwirkung summiren kann. Wenn

man keimende Erbsen mit Gewichten belastet, so findet man, daß sie nahezu 200 Pfund emporzuheben im Stande sind. Bekanntlich bedient man sich auch dieser ganz allmählig, aber unwiderstehlich wirkenden Kraft, um zu anatomischen Zwecken die Knochen der Schädelhöhle aus ihren Nähten zu trennen; man füllt nämlich zu diesem Zweck den Schädel vollständig mit Erbsen, gießt Wasser daran und verstopft nun das große Hinterhauptsloch vollständig, worauf durch die eintretende Anschwellung die umschließenden Knochen allmählig und ohne zu zerbrechen, aus allen Fugen getrennt werden*).

Das aus den gesprengten Samenhäuten hervortretende Würzelchen richtet sich stets nach abwärts; dadurch wächst es, gleichviel welche Lage der Same gehabt haben mag, in die Erde hinein, befestigt das Pflänzchen in derselben und dringt in dem Verhältniß, wie es weiter wächst und sich verzweigt, immer tiefer in den Boden ein, aus welchem von nun an die junge Pflanze wenigstens zu einem beträchtlichen Theile ihre Nahrung zieht. Es ist aber diese Richtung des Würzelchens nach unten, also gegen den Mittelpunkt der Erde zu, eine Eigenthümlichkeit aller Samen, die wir bis jetzt nicht genügend zu erklären wissen; denn weder die Schwere kann hiebei wirksam gedacht werden, noch auch etwa eine anziehende Wirkung des nährenden Erdreichs. Dagegen sprechen mancherlei Erscheinungen, die man am leichtesten an Kressensamen beobachten kann, welche bekanntlich angefeuchtet sich mit einer klebrigen Schleimschicht überziehen, und außerdem sehr leicht und schnell keimen; bringt man diese in einem wagerecht gestellten Blumentopf so an, daß sie an der verticalen Fläche des Erdreichs seitlich ankleben oder aber an einem umgestürzten Gefäß mit festgestampfter Erde, wobei sie also den nährenden Boden über sich haben, so wird man doch stets alle Würzelchen in gerader Richtung abwärts gerichtet finden, ein Beweis, daß es nicht die relative Lage des nähren-

---

*) Bei Gelegenheit dieser Procedur kann man auch beiläufig eine in Bezug auf Pflanzenanatomie nicht uninteressante Bemerkung machen: es werden nämlich bei diesem Verfahren die ursprünglich kugeligen, dann aber allseitig ausgedehnten und also nach allen Seiten einen gegenseitigen Druck ausübenden Erbsen dann als vielflächige Körper erscheinen, die auf allen Durchschnitten der Masse fünfeckige Schnittflächen zeigen; gerade so ist es der Fall bei dem regelmäßigen Parenchym (s. S. 136. Fig. 246.), daher hiedurch der Beweis geliefert wird, daß wir, wie dort geschehen, mit Recht die kugelige Blase als Grundform der Zellen annehmen, und die polyedrische Gestalt, die sie in der Regel im Zellgewebe zeigen, aus dem gegenseitigen Druck erklären.

den Bodens ist, welche die abwärtsgehende Richtung des Würzelchens bestimmt. Läßt man Kressensamen im Wasser schwimmend keimen, so wird man nicht wenige darunter sehen, deren Würzelchen nach oben aus den Samenhüllen hervorbrechen, doch bekommen auch diese, indem sie sich im Bogen abwärts krümmen, bald die allgemeine, senkrecht nach unten gehende Richtung; es zeigt sich hieraus, daß auch die Schwere das fragliche Phänomen nicht erklärt, sondern, daß es auf einer eigenthümlichen in der Pflanze wirkenden Gravitation beruht, welche den ersten Achsengebilden stets eine senkrechte Stellung ertheilt, so daß das Wurzelende gegen den Mittelpunkt der Erde zu, der oberirdische Stengel also in diagonal entgegengesetzter Richtung wächst. Eine Ausnahme hievon macht jedoch die Mistel (Viscum), welche, gleichviel ob ihr Same am untern, seitlichen oder obern Umfang des Asts, worauf sie keimt, festklebt, doch stets das Würzelchen nach dem Centrum des Theils, auf dem er sitzt, hintreibt, so daß im erstgenannten Fall, wenn der Same auf der untern Seite eines Zweigs sich festgesetzt hat, dasselbe wirklich, gegen die allgemeine Regel, nach obenhin wächst.

Im Verlauf der Entwickelung des Keimpflänzchens verlängert sich, nachdem das Würzelchen sich im Boden fixirt hat, häufig zunächst das zwischen ihm und den Samenlappen liegende Stengelstück, wodurch dann die Samenlappen und das von ihnen eingeschlossene Federchen oder Knöspchen über die Erde hervorgehoben wird, wie in dem bekannten Beispiel der Bohne. Gewöhnlich werden dann auch um diese Zeit die Samenhüllen abgeworfen und die am Licht sich entfaltenden Cotyledonen nehmen durch Bildung von Chorophyll eine grüne, laubblattartige Färbung an, wie bei der Mehrzahl der Dicotyledonen, die daher auch von Reichenbach als Blattkeimer bezeichnet worden sind. Oft, besonders bei Samen mit Albumen, bleiben aber auch die Samenlappen in die Samenhäute eingeschlossen (z. B. bei der Wolfsmilch), während durch eine Verlängerung ihrer Stiele, Würzelchen und Stengelchen sich seitwärts hervordrängen und auf ihrer Spitze das Federchen entwickeln. Wieder in andern Fällen, z. B. bei Erbsen und Wicken, bleiben die Cotyledonen unter der Erde, indem nur das oberhalb stehende Stengelstück sich verlängert, und das Federchen über die Erde hervorhebt. Auch die Monocotyledonen gehören größtentheils zu den unterirdisch keimenden, indem auch bei ihnen nur die Plumula über die Erde kommt; nach der Gestalt dieser, welche aus tutenförmig ineinandersteckenden Blättern besteht, nennt Reichenbach die Monocotyledonen bezeichnend Spitzkeimer; der Cotyledon nebst dem Eiweiß bleibt bei ihnen, meist von den Samenhüllen umschlossen, in der Erde zurück.

Die chemischen Vorgänge bei der Keimung sind bereits oben aus-

einandergesetzt worden; sie bestehen im Wesentlichen darin, daß die im Eiweiß oder im Embryo oder in beiden abgelagerten Nahrungsstoffe unter Aufnahme von Oxygen in der Art umgewandelt werden, daß sie zur Neubildung von Elementarorganen und somit zum Wachsthum und der Entwickelung des Keimlings verwendet werden können; dieser ernährt sich also in der ersten Periode lediglich aus dem im Samen ihm mitgegebenen Nahrungsvorrath. Sobald aber einerseits das Würzelchen in die Erde gedrungen ist und Wurzelfasern getrieben hat, andrerseits die ersten Blätter sich in Licht und Luft entfaltet haben, so tritt die Art der Ernährung ein, die als die normale für die vegetativen Theile oben im Verlauf des vierten Kapitels geschildert wurde, und damit verläßt das Kleinpflänzchen seine erste Lebensperiode, um in das zweite Stadium, das der Laubbildung, einzutreten.

Die Krautbildung (frondescentia) ist die Periode der größten Massenentwickelung, der Stock- und Laubbildung, welche für das Erscheinen der Blüthe die nothwendige Vorstufe bildet. In gewissen Fällen scheint freilich diese Vorstufe zu fehlen oder sie tritt scheinbar erst nach der Blüthenentwickelung ein. So z. B. blühen viele Ranunculaceen im ersten Frühjahr, vor der Entwickelung der Blätter, und die Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) sogar im Herbst, während die Blätter erst im nächsten Frühjahr, die reifende Kapsel zwischen sich einschließend, erscheinen; sie sind aber allerdings schon vor der Blüthe vorhanden und offenbar, da sie zwischen ihr und der Zwiebel stehen, der Entstehung nach früher als diese; aber sie bilden sich erst nach der Blüthezeit, nämlich im nächsten Frühjahr, aus.

In der Knospe erscheinen die Laubblätter meist schon in allen ihren Theilen ausgebildet; aber erst mit deren Entfaltung, mit dem Ausschlagen im Frühling, beginnen sie ihr selbstthätiges Leben als die Respirations- und Transpirationsorgane der Pflanzen, und es lagert sich in Folge davon in ihrem Gewebe vorzugsweise das Blattgrün oder Chlorophyll ab. Wenn das Blatt seine Vegetationsperiode, die bei der Mehrzahl unserer einheimischen Pflanzen einjährig ist, d. h. vom Frühjahr bis zum Herbst desselben Jahres dauert, vollendet hat, so unterbleibt die Regeneration des Blattgrüns und es tritt, durch chemische Umänderung des Vorhandenen, die meist rothe oder gelbe Herbstfärbung der Blätter ein, als Vorzeichen des Laubfalls, welcher lediglich der Erschöpfung der Lebenskraft im Blatt, nicht etwa der Kälte oder dem Druck der schon um diese Zeit in den Blattachseln sich entwickelnden Knospen zuzuschreiben ist. Bei den immergrünen Pflanzen dagegen bleiben die Blätter weit längere Zeit (bei unsern Nadelhölzern zum Theil 6—8 Jahre) und verschwinden zuletzt mehr durch äußere Ein-

flüsse als durch ein Versiechen ihrer Lebenskraft; zu den immergrünen gehören die meisten derben und lederartigen Blätter; namentlich finden sich diese in Menge unter den Sträuchern und Bäumen der wärmeren Länder, deren Wälder daher meist Jahraus Jahrein im Schmuck ihres Laubs prangen. Doch finden sich auch hier Fälle des Laubwechsels; manche Waldbäume der Tropenländer, besonders die des trocknen Bodens, werfen nämlich zur Zeit der größten Hitze ihre Blätter ab, und stehen im Sommer entlaubt gleich unsern Wäldern im Winter, womit dann naürlich auch ein ähnlicher Stillstand im Wachsthum wie bei diesen verbunden ist.

Eine eigenthümliche, übrigens nur wenig im Pflanzenreich verbreitete Erscheinung ist der sogenannte **Pflanzenschlaf**, der ein Beweis ist, wie der Lebensverlauf der vegetativen Organe gleich andern Lebensvorgängen einen gewissen Rhythmus, einen Wechsel von Zu- und Abnahme zeigt, der mit der Periodicität gewisser äußerer Agentien und hier mit der Abwechslung von Tag und Nacht gleichen Schritt hält. Man beobachtet dieses Phänomen namentlich an den zusammengesetzten Blättern mancher Leguminosen — z. B. der Pferdsbohne (Vicia Faba), des Linsenbaums (Colutea) und der Cassien, besonders deutlich aber auch an den obenerwähnten Sinnpflanzen (Mimosa) —; diese legen des Abends ihre Blätter zusammen, indem sich deren Fiederchen abwärts oder aufwärts gegeneinanderneigen oder sich an die Mittelrippe anlegen, und nehmen überhaupt um diese Zeit eine meist der Knospenlage entsprechende zusammengefaltete Lagerung an, oder sie drücken sich an den Stengel an, wodurch sie sich gegenseitig schützen und decken, um so die Nacht über gleichsam ruhend zu verharren, am andern Morgen aber mit dem Wiedererscheinen des Lichts sich wieder zu entfalten. Wir können diese Phänomen nur einer periodisch sinkenden und steigenden Lebensenergie, die mit dem Erscheinen und Verschwinden des Lichts, das offenbar einer der stärksten Lebensreize für die Blätter ist, zuschreiben, und müssen sie hiernach der oben (S. 179—182) ausführlich beschriebenen Erscheinung der Reizbarkeit bei den Pflanzenblättern an die Seite stellen. Häufig sieht man auch die Blüthenstiele des Nachts sich senken, des Morgens aber wieder sich aufrichten, was ebenfalls als ein Phänomen des „Pflanzenschlafs" hier anzuführen ist.

Die **Periode der Blüthenbildung** (florescentia) ist die der höchsten Entwickelung der Pflanze und ihrer Organe, gleichsam der Culminationspunkt ihres Lebens. Wir rechnen sie von der Entfaltung der Blüthenknospe bis zu dem durch Bestäubung der Narbe

bezeichneten ersten Act der Befruchtung*). Die Dauer dieser Blüthezeit ist sehr verschieden und dabei für die einzelnen Pflanzenarten meist genau bestimmt; sehr kurz ist sie unter andern bei der Stundenblume (**Hibiscus trionum**), wo sie nur 2—3 Stunden dauert, und beim Flachs, der während eines Vormittags verblüht; auch die sogenannte Königin der Nacht (**Cereus grandiflorus**) entfaltet nur wenige Stunden lang, nämlich etwa von 7 Uhr bis Mitternacht, ihre herrliche Vanille-duftende Blüthe, welche dann schon Morgens verwelkt abfällt. Häufig sehen wir Blumen während ihrer länger andauernden Blüthezeit nur zu gewissen Tagsstunden geöffnet, und viele derselben halten diese Zeit des periodischen Oeffnens und Schließens so genau ein, daß man nach Linné's Vorgang hienach eine sogenannte **Blumenuhr** aufgestellt hat, in welcher die Stunden durch die regelmäßig um diese Zeit geschehende Oeffnung und Schließung gewisser Blüthen bezeichnet sind. Wir theilen hier den Entwurf einer solchen, in welchem nur bekannte einheimische oder Gartenpflanzen aufgenommen sind, mit:

Die Blumen öffnen sich:	Die Blumen schließen sich:
von 3—5 Uhr. Bocksbart (Tragopogon pratensis).	
„ 4—5. Cichorie (Cichorium Intybus), Hemerocallis fulva.	
„ 5—6 Löwenzahn (Leontodon Taraxacum). Zaunwinde (Convolvulus sepium).	
nach 6 Uhr. Sonchus arvensis.	
„ 7. Lattich (Lactuca sativa). weiße Seerose (Nymphaea alba).	
von 6—8. Leontodon autumnale.	8. Leontodon Taraxacum.
nach 8. Gauchheil (Anagallis arvensis).	10. Lactuca sativa.
„ 9—10. Ringelblume (Calendula arvensis.)	10—12. Cichorium Intybus.
„ 10—11. Hemerocallis flava.	12. Sonchus arvensis.
„ 11—12 Tigridia Pavonia.	
———	———
	nach 2 U. Hieracium murorum.
	„ 3. Anagallis arvensis. Calendula arvensis.
von 5 Uhr. Gartenjalappe (Mirabilis Jalapa). Pelargonium triste.	„ 4. Nymphaea alba.
„ 6—7. Cereus grandiflorus.	
	„ 7. Leontodon autumnale.
„ 7—8. Mesembryanthemum noctiflorum.	„ 12. Cereus grandiflorus.

*) Daß bei manchen Pflanzen, namentlich den Glockenblumen und einigen Leguminosen, die Bestäubung schon innerhalb der noch ge-

Wieder andere Blumen scheinen im Oeffnen und Schließen nicht sowohl von den Stunden des Tags, als vielmehr von den Einflüssen der Temperatur, des Lichts und Schattens u. dgl. abzuhängen; man hat sie deßhalb meteorische genannt. So öffnen der Portulak und der Sonnenthau (Drosera) ihre Blumen nur im wärmsten Sonnenschein, daher zur Mittagsstunde heiterer Sommertage; und die in unsern Gärten nicht seltene Regenringelblume (Calendula pluvialis) schließt ihre Blüthenköpfchen bei regnerischem Wetter.

Die Zeit der Frucht- und Samenreifung (fructescentia) beginnt, sobald die wirkliche Befruchtung durch Bildung der ersten Anlage des Embryos im Keimsack stattgefunden hat, damit, daß diejenigen Blüthentheile, welche ihre Bestimmung erfüllt haben, nämlich die Staubgefäße, Blumenblätter, die Narbe (nebst Griffel) und der Kelch, wenn er nämlich nicht mit den Fruchtblättern verwachsen ist, verwelken und abfallen, wogegen aller Nahrungsstoff auf die Ausbildung der Frucht und des in ihr enthaltenen Samens verwandt wird. Wir haben die hiemit verbundenen Bildungsvorgänge oben bereits im Einzelnen betrachtet; hier möge noch eine Zusammenstellung über die Dauer dieser Periode bei verschiedenen Pflanzen folgen.

Frucht und Samen reifen

in 13 Tagen bei Panicum viride.
„ 14 „ „ Avena pratensis.
„ 16—30 Tagen bei den meisten andern Gräsern, also auch unsern Getreidearten.
„ 2 Monaten bei Himbeeren, Erdbeeren, Kirschen, Mohn.
„ 3 „ „ der Linde, Prunus padus, Chelidonium.
„ 4 „ „ „ Roßkastanie, Weißdorn.
„ 5—6 Monaten bei der Rebe, Birnen, Aepfel, Buche, Nußbaum.
„ 7 Monaten bei der Olive.
„ 8—9 Monaten bei Colchicum autumnale, Mistel.
„ 10—12 „ bei den meisten Nadelhölzern.
„ 1—2 Jahren bei Quercus Ilex, Wachholder.

Die im Bisherigen angeführten Lebensperioden und Entwickelungsepochen können nun entweder bei einer Pflanze nur einmal in ihrer Reihenfolge eintreten oder sie wiederholen sich an demselben Individuum — dieses Wort im gewöhnlichen, empirischen Sinne genommen — mehrmals. Hienach und je nach der Länge dieser Lebens-

---

schlossenen Blüthenknospe vor sich geht, wurde bereits oben angeführt; hier muß aber die Oeffnung und das Verblühen der Blumen maßgebend seyn.

perioden, sowie nach ihrem Zusammenfallen mit gewissen Epochen des Jahrs werden die folgenden, sehr bedeutungsvollen und characteristischen Klassen der Pflanzen nach ihrer Lebensdauer unterschieden.

I. Einfruchtige Pflanzen (plantae monocarpeae DC.), welche nach einmaligem Ablauf jenes Entwickelungsgangs, nachdem sie also zum erstenmal geblüht und Früchte getragen, ihr Leben beschließen und absterben. Diese sind wieder:

1) einjährige Pflanzen oder Sommergewächse (plantae annuae, zur Abkürzung werden sie auch mit dem Zeichen ⊙ bezeichnet). Sie keimen im Frühjahr, belauben sich, treiben Blüthen im Sommer, reifen die Früchte und Samen im Herbst und sterben dann ab; ihr Leben nimmt also eigentlich nur einen Theil des Jahrs ein, und die Zwischenzeit bis zum Wiederbeginn desselben Kreislaufs verbringt der Same im Zustand der Samenruhe, nach deren Ablauf das junge Individuum wieder denselben Lebenscyclus beginnt. Zu den jährlich neu aus Samen aufgehenden Gewächsen gehören die Mehrzahl der krautartigen Pflanzen, namentlich in unserm Clima, da sie auf diese Weise offenbar am leichtesten und sichersten die Winterkälte, welche ja die Keimkraft der Samen nicht beeinträchtigt, überstehen. Von unseren Culturpflanzen wollen wir nur das Sommergetreide, den Flachs, den Hanf beispielsweise als zu dieser Klasse gehörig erwähnen.

2) Zweijährige Pflanzen (plantae biennes ♂), bei denen ebenfalls der Verlauf des Keimens, der Laub-, Frucht- und Samenentwicklung sich nicht wiederholt, indessen stets in der Art auf zwei Jahrgänge vertheilt ist, daß er durch den zwischenliegenden Winter unterbrochen wird. Hier finden aber zwei Fälle statt, entweder:

a) der Samen keimt noch im Herbst und die Keimpflänzchen überdauern als solche den Winter, worauf im nächsten Frühjahr und Sommer die Laub-, Blüthe- und Fruchtbildung erfolgt. So ist es z. B. bei unserm Wintergetreide, beim Winterreps, den Rüben (die man aber noch im Herbst, ehe sie in den Stengel schießen, erntet) u. s. w. Diese Beispiele zeigen übrigens zugleich auch, daß der Abstand zwischen dieser und der vorhergehenden Klasse an Pflanzen nicht so sehr bedeutend ist; denn Sommer- und Winterfrüchte sind nur durch verschiedene Behandlung erzielte, in keinen wesentlichen Characteren sich unterscheidende Abarten derselben Pflanzenspecies. Man bezeichnet diese Unterabtheilung, um sie von der folgenden zu unterscheiden, als Wintergewächse.

b) eigentlich zweijährige Pflanzen, welche im Frühling des ersten Jahres keimen, und bis zum Herbst mit der Laub-

bildung zubringen, daher den Winter mit schon ausgebildeten vegetativen Theilen überdauern; Blüthen- und Fruchtbildung fällt dann ins folgende Jahr, so daß ihre ganze Lebensdauer wirklich nahezu zwei Jahre beträgt; als Beispiel wäre die Weinblume (**Oenothera biennis**) zu nennen.

3) Vieljährige, einfruchtige Pflanzen (**plantae multiennes**). Auch sie haben nur einen einmaligen Verlauf der Entwickelungsperioden; dieser dauert aber mehrere, oft viele Jahre hindurch, worauf sie nach dem ersten Blühen und Fruchttragen absterben. Hieher gehören namentlich gewisse baumartige Monocotyledonen, welche, da der Blüthenstand die Achse abschließt, und beim Mangel der Seitenknospen keine Verzweigung stattfinden kann, nach vollendeter Entwickelung der Inflorescenz absterben müssen; so ist es z. B. bei der Sagopalme, welche etwa nach 30 Jahren mit der Entfaltung des großen auf der Spitze des Stamms stehenden Blüthenstands ihr Leben abschließt. Hieher gehört auch als bekanntes Beispiel die in unsern Gärten häufige, unter dem doppelt unrichtigen Namen der „hundertjährigen Aloë" bekannte **Agave americana**; diese ursprünglich mexikanische Pflanze, die aber jetzt in Südeuropa gemein ist, wo man sich ihrer zur Anlage undurchdringlicher Hecken bedient, treibt ebenfalls nur einmal ihren hohen, candelaberförmigen, Tausende von Blüthen tragenden Schaft, worauf sie abstirbt; doch bedarf es unter sonst günstigen Umständen nur 10—20 Jahre, bis sie dieses Ziel ihrer Entwickelung erreicht. In Mexiko, dem Vaterland der **Agave**, gibt es indessen eine ihr nahverwandte Pflanze, nach dem berühmten Nestor der Chemie **Fourcroya longaeva** genannt, die nach Aussage der Einwohner 3—400 Jahre braucht, bis sie zur Blüthe kommt, worauf sie nach erstmaligem Fruchttragen abstirbt.

II. Wiederfruchtige Pflanzen (**plantae polycarpeae DC.**) sind solche, bei denen sich der gesammte Cyclus der Entwicklungsepochen öfter wiederholt, indem alljährlich auf dem alten Stamm, der aus den Ueberresten der frühern Generationen gebildet ist, neue Triebe aus den Knospen ausschlagen und wieder dieselben Entwickelungsstufen (mit Ausnahme der in der ersten Entfaltung der Knospen nur angedeuteten Keimung) durchlaufen. Je nach der Beschaffenheit des Stammes, an dem diese jährigen Triebe sich entwickeln, unterscheidet man hier folgende Unterabtheilungen:

1) Unterirdisch-ausdauernde Pflanzen (**plantae perennes s. str. ♃**), wo ein unter der Erde ausdauerndes Rhizom (also ein Stengeltheil, gewöhnlich aber als „Wurzel" bezeichnet) vorhanden ist, dessen Stockknospen unter dem Schutz der Erddecke über-

wintern und im Frühjahr zu krautigen Trieben sich entwickeln, die, wenn sie geblüht und Früchte gebracht haben, wieder bis zum Boden hin absterben; als Beispiel aus Vielen mögen die Gichterrose (**Paeonia**), der Eisenhut (**Aconitum**) oder aber die Spargel dienen, welche letztere bekanntlich aus ihren tiefliegenden Wurzelstöcken während 12—15 Jahren in jedem Frühjahr die eßbaren Spargeln, nämlich die jungen heurigen Triebe, über die Erde hervorschickt, die, wenn man sie „schießen," d. h. sich entwickeln läßt, zu beblätterten und blüthetragenden Stengeln auswachsen.

2) Oberirdisch-ausdauernde Pflanzen (**plantae perennes epigaeae**) sind solche, die, im Uebrigen mit den Vorigen übereinstimmend und namentlich gleich ihnen ohne Bildung eines Holzstammes, doch mit irgend welchen Theilen den Winter oberhalb der Erde überdauern; dahin gehören z. B. die Erdbeeren, Nelken und viele unserer Gräser, die auch unter der Schneedecke ihr Laub mit meist nur geringer Verfärbung erhalten. Während hier nur Blätter oberirdisch ausdauern, so ist bei andern Fällen ein deutlicher unterscheidbarer Stengeltheil, der mitunter schwach verholzt, dabei betheiligt, wie z. B. beim Salbei, dem Lavendel und der Heidelbeere; diese Gewächse pflegt man wohl auch als Halbsträucher (**suffrutices**) oder aber als Stauden zu bezeichnen, obgleich letzterer Ausdruck als zu unbestimmt in seiner Bedeutung — denn auch wirkliche Sträucher heißen nach dem Sprachgebrauch so, z. B. die „Haselnußstaude" — besser in der wissenschaftlichen Terminologie gar nicht angewendet wird. Diese Fälle bilden offenbar den Uebergang zwischen der vorigen Abtheilung und der folgenden.

3) Holzgewächse (**plantae lignosae s. caulocarpeae ♄**). Der Theil, mit dem sie über der Erde ausdauern, ist ein Holzstamm, an welchem die neuen Triebe in Gestalt von Knospen entstehen; sie vollenden ihre Ausbildung entweder noch im nämlichen Jahre, oder sie dauern z. B. bei den Nadelhölzern und andern immergrünen Gewächsen längere Zeit. Je nach der Beschaffenheit des Holzstamms unterscheidet man dann weiter

Sträucher (**frutices**), wenn der Holzstamm sich gleich vom Boden an in Aeste theilt;

Bäume (**arbores**), wenn derselbe in einiger Erstreckung über den Boden ganz und ungetheilt aufwächst und erst weiter oben durch Astbildung in die Krone sich ausbreitet (s. auch oben S. 19—21).

So bestimmt nun in den meisten Fällen die Pflanzen durch die angeführten Verhältnisse der relativen Lebensdauer characterisirt erscheinen und so durchgreifend die angeführte Klassificirung nach diesem

Grundsatz, welche namentlich für unsere Pflanzencultur von erster Wichtigkeit ist, im Allgemeinen erscheint, so ist doch unter gewissen Umständen ein Uebergang von einer dieser Klassen in die andere nicht ausgeschlossen. So haben wir schon oben angeführt, daß das Sommer- und Wintergetreide nicht specifisch verschieden sind, und wirklich kann man durch wiederholtes Aussäen zu den entsprechenden Zeiten das eine in das andere umwandeln. Ferner kann die Lebensdauer einjähriger Pflanzen künstlich weitererstreckt werden, wozu namentlich die Verhinderung des Blühens beiträgt, ohne welches in der Regel kein Abschluß der Vegetation erfolgt. Auch hat man durch sorgfältige Behandlung die einjährige Gartenresede zum Verholzen des Stengels gebracht, wodurch sie dann im Stande ist, den Winter zu überdauern und wirklich perennirend zu werden. Bei diesen Fragen der Lebensdauer spielen natürlich klimatische Einflüsse eine Hauptrolle; so werden manche Pflanzen, die in rauherm Clima mit hartem Winter einjährig sind, im Süden perennirend, und umgekehrt ist z. B. bei uns die Kartoffel einjährig, weil die unterirdischen mit Augen versehenen Stengelknollen — eben die Kartoffeln — durch die sie perenniren sollte, durch unsere Winterfröste getödtet werden. Daß endlich Bäume und Sträucher nicht wesentlich unterschieden sind, ist einleuchtend, und kann man bekanntlich viele der letzteren leicht durch Wegnahme der Aeste zur Bildung eines baumartigen Stammes bringen. Unter gewissen äußern Umständen zeigen auch die meisten unserer Bäume nur strauchartigen Wuchs, so namentlich in den höhern Regionen der Gebirge, auch ist dieß da der Fall, wo sie durch heftige Winde niedergehalten werden, daher an solchen freien den Winden exponirten Stellen nur ganz allmählig und nach langer Zeit Baumwuchs aufzubringen ist, wenn man den vorhandenen auf einmal vertilgt, während er bei einigem Schutz leicht allmählig kann nachgezogen werden.

Was nun die ganze Lebensdauer oder das Alter betrifft, welches die Gewächse erreichen, so ist vor Allem zu bemerken, daß eigentlich eben nur die monocarpischen Pflanzen eine bestimmte Lebensgrenze haben, insofern nur sie, nachdem die Pflanze die Reihenfolge ihrer Entwickelungsstufen durchlaufen hat, wirklich mit einem bestimmten und schon gewissermaßen zum Voraus festgesetzten Lebensziel abschließen; wir haben gesehen, daß für diese ganze Klasse der Pflanzen eine kurze Lebensdauer — die einjährige oder nahezu einjährige — als Regel gilt und daß die Fälle, wo sich ein solches einfach verlaufendes Pflanzenleben auf Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte erstreckt, verhältnißmäßig selten sind.

Bei den wiederfruchtigen Pflanzen ist ebenfalls die Dauer des

einzelnen aus der Knospe entspringenden Individuums, des Zweigs oder Triebs bestimmt und in der Mehrzahl der Fälle nur jährig, aber das Individuum, wie es sich als ein selbstständiges Leben führend empirisch darstellt, also der Baum oder sonst die Einzelpflanze nach der gewöhnlichen Auffassung, erzeugt alljährlich den neuen Trieben in neue Generationen, die mit den frühern, deren Ueberreste den Stamm bilden, in organischem Zusammenhang stehen, und das daraus resultirende Gesammtleben kann sich allerdings zu einer sehr beträchtlichen Zeitdauer erstrecken. Vorzugsweise finden wir dieses aber bei den Holzpflanzen, weil hier in dem festen Kernholz des Stammes gleichsam ein unverwüstlicher Anhalt gegeben ist, auf dem sich immer neue und neue Generationen erzeugen können; und da gar kein innerer Grund vorhanden ist, warum diese Produktion neuer Knospen und daraus hervorgehender Triebe aufhören sollte, so müssen wir diesen wiederfruchtigen Holzpflanzen schon aus theoretischen Gründen eine nahezu unbegrenzte Dauer zuschreiben. Dieses wird nun auch durch directe Beobachtungen über das Alter, welches Bäume erreichen können, vielfach bestätigt und wollen wir eine Reihe der denkwürdigen Beispiele von hohem Lebensalter der Bäume in Folgendem aufzählen.

Zur Bestimmung des Alters der Bäume dient bekanntlich die Zählung der Jahresringe auf einem Durchschnitt und haben zahlreiche Beobachtungen die unfehlbare Richtigkeit dieser Art der Altersbestimmung erwiesen. Nun ist freilich gerade meist in den denkwürdigsten Fällen, wo noch stehende außerordentlich große Bäume auf ein hohes Alter schließen lassen, diese Methode nicht anwendbar, sondern hier muß man aus der Dicke (dem Umfang oder dem Durchmesser), deren durchschnittliche Zunahme man aus der Vergleichung von wirklich gemessenen Fällen ableitet, eine ungefähre Schätzung des Alters vornehmen. Doch fehlt es auch nicht gänzlich an Beispielen von direkt nachweislichem hohem Alter der Bäume. So z. B. steht bei Freiburg in der Schweiz eine Linde, welche zur Feier des Siegs von Murten, also im Jahr 1476 gepflanzt wurde; sie hatte im Jahr 1831 einen Umfang von 13′ 9″, woraus sich als Mittelzahl für die jährliche Zunahme des Durchmessers $1\frac{3}{4}$—2 Linien ergibt. Schätzt man hiernach das Alter anderer durch ihre Größe ausgezeichneter Exemplare, so erhält man sehr beträchtliche Zahlen, wie die beiden folgenden Beispiele beweisen. In einem Dorf bei Freiburg steht eine sehr große Linde, welche schon zur Zeit der Schlacht bei Murten wegen ihres Umfangs bekannt war und welche 1831 in einer Höhe von 4′ über dem Boden 36′ Umfang hatte; sie würde, wenn wir obige Mittelzahl des Anwuchses zu Grunde legen und als wahrscheinlich annehmen, daß im höheren Alter der Zuwachs etwa um ein $\frac{1}{5}$‴

jährlich abgenommen, immerhin ein Alter von 800—1000 Jahren haben. Bei Neustadt am Kocher in Württemberg steht ein Baum derselben Art, welcher diesem Ort auch den Namen „Neustadt an der großen Linde" verschafft hat; die Stadt wurde 1226 „an dem großen Baum an der Heerstraße" neu aufgebaut und schon 1408 sagt ein Gedicht: „Vor dem Thor eine Linde staht, die 67 Säulen hat;" dieses sind nämlich steinerne Pfeiler, die zur Unterstützung der weitausgebreiteten Aeste dienen (dergleichen man auch an den alten Linden in der Schweiz sieht); manche dieser Säulen tragen die Namen der Stifter und die Jahreszahlen der Errichtung bis 1550 hinauf; gegenwärtig sind ihrer 106; nach Erwägung aller dieser Umstände und nach Vergleichung ähnlicher Fälle müssen wir diesem Baumpatriarchen ein Alter von mindestens 750 Jahren geben und könnte er sogar möglicherweise nicht viel unter 1000 Jahre alt seyn; übrigens hat neuerdings ein Orkan einen großen Theil dieser uralten Linde abgerissen, so daß sie jetzt nur noch sozusagen wie eine Ruine dasteht.

Auch die Eiche erreicht bekanntlich eine sehr beträchtliche Größe und Dicke, die auf ein entsprechendes Alter schließen lassen; auch bei ihr beträgt der mittlere jährliche Zuwachs des Durchschnitts ungefähr 2 Zoll; nun aber kennt man Bäume, deren Durchmesser 33—40′ betrug, die also hiernach etwa 800—1000 Jahre seyn müßten, und wirklich haben direkte Zählungen von Jahresringen an gefällten Stämmen dieses bestätigt. Hiernach erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß in unsern deutschen Wäldern, welche reich an solchen Eichenkolossen sind, noch mancher Baum sich finden mag, dessen Leben bis zur vorchristlichen Zeit, in welcher bekanntlich die religiösen Feste im Schatten alter Eichen gefeiert wurden, zurückreicht.

Unter den Nadelhölzern sind auch nicht wenige eines hohen Alters fähig; so z. B. die Rothtanne, wovon Exemplare bekannt sind, die bei 10′ Durchmesser auf mehr als 1100 Jahre geschätzt werden. Ferner ist der Eibenbaum (Taxus baccata), der sehr langsam wächst, indem der jährliche Zuwachs nur 1‴ beträgt und dessen Holz eine große Härte besitzt, namentlich durch das hohe Alter, das er erreicht, ausgezeichnet; in England, wo man diesen Baum häufig auf Kirchhöfen pflanzt, finden sich hievon einige sehr denkwürdige Beispiele; wir führen nur den auf dem Kirchhof von Braburn in der Grafschaft Kent stehenden an, der schon 1660 58′ 9″ im Umfang, folglich 2880 Linien im Durchmesser betrug und der also damals ebensoviele Jahre alt, nun deren über 3000 zählen müßte. Vor Allem aber ist hier die sogenannte amerikanische Cypresse (Taxodium distichum), welche in den südlichen Staaten von Nordamerika, wo sie nicht selten bei 120′ Höhe

einen Umfang von 40′ erreicht, und in Mexiko wächst, anzuführen; von dieser ist z. B. ein Exemplar in den Gärten von Chepultepec, welches schon zur Zeit der spanischen Eroberung, also ums Jahr 1520, wegen seiner enormen Größe berühmt war, unter dem Namen „Montezuma's Cypresse“ bekannt. Ein anderer ungeheurer Baum dieser Art steht bei der Stadt Oaxaca und hat nicht weniger als 37½′ im Durchmesser; daraus ergibt sich nach den auf die bekannten Zuwachsverhältnisse gegründeten Berechnungen für das Alter dieses Individuums, des Nestors der Pflanzenwelt, nicht weniger als 4000, ja nach andern Schätzungen sogar gegen 6000 Jahre.

Berühmt ist auch der alte Drachenbaum (**Dracaena Draco**, ein monocotyledonischer Baum von Palmen-ähnlichem Habitus, jedoch mit verzweigtem Stamm), der bei Orotava auf der Insel Teneriffa steht und von Humboldt beschrieben worden ist; er hat 45′ im Umfang bei einer Höhe von 50—60′ und wurde schon von den ersten Besuchern dieser Inseln im 15. Jahrhundert fast in gleicher Größe, wie er noch jetzt ist, angetroffen; da hiernach offenbar sein Wachsthum äußerst langsam von Statten geht, so hält man diesen berühmten von den frühern Einwohnern, den Guanchen, heilig verehrten Baum für mehrtausendjährig und ist derselbe daher auch gewiß eines der ältesten vegetabilischen Monumente auf unserm Planeten.

Endlich ist als großartiges Beispiel ungeheurer Massenentwickelung und höchsten Alters im Pflanzenreich der B a o b a b oder A f f e n b r o d b a u m (**Adansonia digitata**) anzuführen, welcher in Senegambien und auf den benachbarten Inseln wächst; dort beobachtete Adanson Exemplare, die 90, ja 100 Fuß im Umfang hatten, wobei ihre Höhe indessen nur verhältnißmäßig gering, nämlich 20—40′ ist; dagegen ist die Krone, deren Hauptäste 50—60′ lang werden, eine ungeheure kuppelförmig gewölbte Laubmasse, welche von fern sich fast wie ein kleiner Wald ausnimmt. Zur Beurtheilung der Zunahme dieses Pflanzenriesen in der Dicke war der Umstand sehr günstig, daß man eine von den ersten europäischen Besuchern jener Gegend, 300 Jahre früher eingeschnittene Inschrift, im Innern des Stamms, bedeckt von den 300 indessen nachgewachsenen Jahresringen wiederfand; hieraus und aus andern an gefällten Bäumen angestellten Messungen ergab sich für die Zunahme des Stamms folgende Progression:

Ein	Durchmesser	von	2	Fuß	entspricht	einem	Alter	von	30	Jahren.
„	„	„	4	„	„	„	„		100	„
„	„	„	14	„	„	„	„		1000	„
„	„	„	18	„	„	„	„		2400	„
„	„	„	30	„	„	„	„		5140	„

Da nun letztere Zahl noch nicht einmal die beträchtlichste beobachtete Dicke war, so kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß manche dieser übrigens noch kräftig vegetirenden und reichlich blühenden Bäume 6000 Jahr und darüber alt sind, so daß wir glauben dürfen, daß das Leben mancher dieser Pflanzenriesen bis zu dem Zeitpunkt zurückreiche, den wir nach historischen Daten für das Auftreten des Menschen auf der Erde anzunehmen pflegen, und daß also gewisse Pflanzen — denn auch die vorhin erwähnten amerikanischen Cypressen scheinen von annähernd gleichem Alter zu seyn — die ganze jetzige Erdepoche, welche nach der letzten allgemeinen Umwälzung mit dem Auftreten unserer gegenwärtigen organischen Schöpfung begonnen hat, lebenskräftig zu überdauern, und fort und fort durch neue Triebe ihr Leben auch noch weiter zu verlängern im Stande sind.

Blicken wir zurück auf das über die Lebensdauer der Gewächse Gesagte, so müssen wir hienach zugeben, daß nur den einfruchtigen Gewächsen eine bestimmte Lebensdauer, und somit auch nur ihnen ein aus inneren Gründen erfolgendes Aufhören der Lebensfunctionen, also ein natürlicher Tod zuzuschreiben ist, während offenbar bei den wiederfruchtigen Pflanzen das Ende des Lebensprozesses nur durch das Zusammenwirken äußerer schädlicher Umstände herbeigeführt wird, also sozusagen zufällig ist. Demnach sterben die Bäume eigentlich nie an Altersschwäche, sondern nur in Folge äußerer mechanischer Verletzungen u. drgl., deren Folgen freilich sich mit fortschreitendem Alter mehr und mehr bemerklich machen, und so im höhern Alter um so leichter den Tod herbeiführen. Theoretisch aber und unter den günstigsten Umständen gedacht sind die Holzpflanzen, und nicht minder vielleicht die unterirdisch ausdauernden, bei denen nur der Nachweis schwerer zu führen ist, eigentlich gewissermaßen unsterblich zu nennen.

Dennoch erreichen nur verhältnißmäßig wenige dieser Pflanzen ein äußerstes Lebensziel, wie in den im Vorhergehenden angeführten Beispielen; meist verfallen sie in einer bestimmten kürzern Zeit dem Tod, der aber bei ihnen nach der besonderen Art ihrer Individualität immer nur allmählig und partiell, meist von den älteren zu den jüngeren Theilen fortschreitend, erfolgt. Es wird aber die allmählige Zersetzung und endliche Auflösung der Pflanzensubstanz, wodurch die Theile dem Kreis des Lebens entzogen werden, und so hiedurch allmählig die ganze Pflanze dem Tod anheimfällt, es wird, sage ich, der zerstörende Eingriff der äußeren Schädlichkeiten in das Pflanzenleben nicht wenig dadurch gefördert, daß die absterbende Pflanzenmasse selbst wieder einer eigenthümlichen secundären Vegetation zur Grundlage und zur Nahrung dient. Dieses sind die meist mikroskopisch klei-

nen Pflänzchen, vorzugsweise aus der Klasse der Pilze, welche sich überall sogleich einfinden, wo eine Entmischung der Säfte, stockende Feuchtigkeit u. drgl. das gesunde Leben eines Pflanzentheils stört und beeinträchtigt. Nicht als ob diese kleinen Organismen, wie man früher angenommen hat, unter solchen Umständen durch Urzeugung aus den sich umsetzenden Elementen neu entstehen können; sie finden vielmehr eben nur unter solchen Voraussetzungen den günstigen Boden zu ihrer Entwickelung, auf dem ihre überall zahlreich verbreiteten Sporen keimen und gedeihen können. Haben sie sich aber erst einmal angesiedelt und ihre Entwickelung begonnen, so befördern sie durch die Umsetzung der Stoffe und die Wegführung derer, die sie zu ihrer Nahrung verwenden, also in ihre Körpersubstanz umwandeln, sehr wesentlich die rasche Zersetzung der vegetabilischen Masse, worauf sie wachsen. So wird vermoderndes Holz durch einen im Innern seines Gewebes vegetirenden Fadenpilz (**Nyctomyces**) um so rascher seiner Zerstörung entgegengeführt; und wirklich sehen wir bei den Krankheiten der Bäume, die man Roth-, Weiß- und Kernfäule nennt, und welche den Baum durch allmählige Zerstörung des Holzkörpers tödten, immer diese oder ähnliche Formen der kleinen parasitischen Pilze auftreten, und sich im Verhältniß, wie die Zersetzung fortschreitet, mehr und mehr ausdehnen und entwickeln.

Auch krautartige Pflanzentheile werden auf diese Weise rasch der Zerstörung zugeführt, und zeigen beim allmähligen Absterben eine große Mannichfaltigkeit kleiner Schmarotzerpilze, namentlich aus den Gattungen der Brandpilze: **Uredo**, **Aecidium**, **Puccinia** u. s. w., die aus der absterbenden Pflanzensubstanz ihre Nahrung ziehen, und so auf deren Kosten ihr ephemeres Leben durchlaufen.

Endlich tragen auch die Thiere, welche auf das Pflanzenreich zur Nahrung angewiesen sind, namentlich die aus der großen Klasse der Insecten, durch die Zerstörungen, die sie hiebei gelegentlich anrichten, nicht wenig zur Herbeiführung des zufälligen Todes der Pflanze bei — des Menschen gar nicht zu gedenken, der, wie er in der Cultur der unermüdliche Pfleger und Erzeuger, so auch der großartigste Zerstörer und Vertilger des Pflanzenreichs ist.

So haben wir also bei der Betrachtung des Pflanzenlebens in allen seinen Phasen einestheils eine unendliche Fülle der schöpferischen, zeugenden Lebenskräfte thätig gesehen, um durch stete Verjüngung und Wiedergeburt neuer Generationen die unendliche Dauer und den ewig unverminderten Fortbestand der organischen Welt zu Wege zu bringen und sicher zu stellen, anderntheils stellte sich der Schlußakt des pflanzlichen Lebensprozesses vielfach als Ausgangspunkt neuen Lebens dar,

und nach dem über die Ernährung der Gewächse Gesagten kehren ja auch die Zersetzungsprodukte der absterbenden, und als solche zerstörten, Pflanzensubstanz als Nahrungsmittel immer wieder in den Kreislauf des organischen Lebens zurück. So zeigt sich also hier das Leben in ewig junger unvertilgbarer Fülle und Kraft, und der Tod erscheint uns nicht als eine absolute Vernichtung des lebendigen, organischen Princips, sondern nur als ein Uebergang in eine andere Lebensform, — ein Satz, der, in seiner höhern symbolischen Bedeutung aufgefaßt, unter den Ergebnissen der wissenschaftlichen Pflanzenkunde sicherlich keins der geringsten ist.

Ende der Pflanzen-Physiologie.

Inhalts-Verzeichniß.

Druckfehler:

S. 15. Z. 21 von oben statt: verdeckt lies: verdickt.

Seubert, Moritz,

Naturgeschichte des Pflanzenreichs

Bd.: 1 = 2,1

Stuttgart 1853